

VU Research Portal

GPS Blackboxen voor tracking en tracing

Omtzigt, A.Q.A.; de Reus, N.O.

2006

document version

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

citation for published version (APA)

Omtzigt, A. Q. A., & de Reus, N. O. (2006). *GPS Blackboxen voor tracking en tracing*. (IVM Report; No. R-06/03). Instituut voor Milieuvraagstukken.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

E-mail address:

vuresearchportal.ub@vu.nl

GPS Blackboxen voor tracking en tracing

Marktverkenning, vergelijking en praktijktest voor RWS

Nancy Omtzigt, Nils de Reus

Rapport R06/03

17 juli 2006

De opdrachtgever van dit rapport was: Rijkswaterstaat, Adviesdienst GEO-informatie en ICT (AGI)

Het is intern gereviewd door: A.J. Wagtendonk

IVM

Instituut voor Milieuvraagstukken
Vrije Universiteit
De Boelelaan 1087
1081 HV Amsterdam

Tel. 020-5989 555

Fax. 020-5989 553

E-mail: info@ivm.falw.vu.nl

Copyright © 2006, Instituut voor Milieuvraagstukken

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de houder van het auteursrecht.

Inhoud

Samenvatting	iii
1. Inleiding	1
2. Marktverkenning	3
2.1 Inleiding	3
2.2 Vraagzijde	3
2.3 Aanbodzijde	5
2.3.1 Blackbox zonder modem.	5
2.3.2 Blackbox met modem	6
3. Beoordelingscriteria	7
3.1 Inleiding	7
3.2 Beschrijving	9
3.2.1 Productdefinitie	9
3.2.2 Communicatie	10
3.2.3 Locatiebepaling	13
3.2.4 Interfaces	14
3.2.5 Installatie en onderhoud	16
4. Beschrijving van de blackboxen	18
4.1 Inleiding	18
4.2 Assist	18
4.3 FleetBase	19
4.4 Starfinder	19
4.5 Momo	20
4.6 Nexus	21
4.7 Waveon	21
4.8 Locator	22
5. Selectie	24
5.1 Inleiding	24
5.2 Selectie	24
6. Praktijktest	26
6.1 Doel en opzet praktijktest	26
6.2 Kantoortest	26
6.2.1 Kantoortest Waveon 708	27
6.2.2 Kantoortest WebTech 4000 en 5000	27
6.2.3 Kantoortest MOMO	28
6.3 Inbouw en applicatie ontwikkeling	29
6.3.1 Inbouw GPS-modems	29
6.3.2 Webmapping applicatie	30
6.4 Analyse van resultaten	33

6.4.1	Bandbreedte	35
6.4.2	Projectiemethode	36
6.5	Conclusies en aanbevelingen	36
6.5.1	Aanbevelingen	37
Appendix I.	Specificaties blackboxes	39
I.1	Assist	39
I.2	Fleetbase	41
I.3	WebTech Locator 4000	43
I.4	Momo	45
I.5	Nexus	47
I.6	Starfinder	49
I.7	Waveon 708	51
I.8	Samenvatting	53
Appendix II.	Kaarten praktijktest	57
II.1	Momo	57
II.2	Waveon	59
II.3	WebTech	61
Appendix III.	Verklaring van gebruikte afkortingen	63
Appendix IV.	Geraadpleegde bronnen	65
IV.1	Rapporten	65
IV.2	Websites	65

Samenvatting

Er bestaat een grote variëteit aan GPS modems, met verschillende functionaliteit, voor verschillende gebruikersgroepen. Via een marktverkenning van zowel aanbodzijde als vraagzijde zijn verschillende productgroepen en verschillende gebruikersgroepen onderscheiden. Rijkswaterstaat behoort bij de gebruikersgroep die behoefte heeft aan ‘ realtime tracking en tracing’. Blackboxen die niet geschikt zijn voor deze gebruikersgroep zijn binnen deze studie buiten beschouwing gelaten. De 7 blackboxen die wel voor deze gebruikersgroep beschikbaar zijn zijn vervolgens beschreven en onderling vergeleken aan de hand van de specifieke eisen voor Rijkswaterstaat. Ondanks de onzekerheden in zowel de gegevens als de specifieke eisen voor kunnen zo al enkele minder geschikte blackboxen aangewezen worden.

Uit de overgebleven groep zijn vervolgens 3 modems gekozen die meegedaan hebben aan een praktijktest. Resultaten van deze praktijktest met bijbehorende kaarten demonstreren het mogelijke gebruik van GPS modems binnen de organisatie van Rijkswaterstaat. Ook laat de praktijktest zien dat de eigenschappen van een blackbox anders kunnen zijn dan beschikbare documentatie beschrijft. Naast het verder specificeren van de eisen voor Rijkswaterstaat wordt daarom aanbevolen een uitgebreidere praktijktest te doen, voordat een grootschalige implementatie van real-time tracking en tracing wordt gestart.

1. Inleiding

Dit rapport beschrijft en analyseert de werking van zeven verschillende blackboxen voor tracking en tracing van dienstvoertuigen van Rijkswaterstaat. Dat wil zeggen het gebruik van gespecialiseerde GPS hard- en software om doorlopend de geografische positie van deze dienstwagens te kunnen bepalen en in real-time door te zenden aan belanghebbenden binnen Rijkswaterstaat, zoals verkeerscentrales en wegendistricten.

Aanleiding van dit onderzoek naar blackboxen is het programma Mobiele Werkplek van Rijkswaterstaat. Dit programma is gericht op de ondersteuning van mobiele buitendienst medewerkers bij RWS, zoals de wegininspecteurs voor de globale schouw en incident management. Binnen dit programma wordt voor primaire werkprocessen bij RWS gekeken hoe een mobiele werkplek kan bijdragen aan dat werkproces. Een beschrijving van enkele primaire werkprocessen bij Rijkswaterstaat en de wijze waarop deze ondersteund zouden kunnen worden met een mobiele werkplek is te vinden in het rapport 'Locatiegebonden informatiediensten voor buitendienstmedewerkers Rijkswaterstaat' (Wagtendonk 2006). Bovenstaand rapport en dit rapport zijn het resultaat van in principe losstaand uitgevoerde onderzoeken.

Hoofddoel van het hier beschreven onderzoek is om via een vergelijking van bestaande blackboxen te komen tot een selectie van de hardware die de gewenste functionaliteit voor het onderdeel tracking en tracing van de mobiele werkplek kan leveren.

Deze doelstelling is vertaald naar de volgende onderzoeksvragen:

- Wat zijn de belangrijkste aanbieders van blackboxen en wat zijn de belangrijkste gebruikersgroepen?
- In welke gebruikersgroep vallen de buitendienstmedewerkers van Rijkswaterstaat?
- Welke blackboxen komen op grond van bovenstaande indeling in aanmerking voor een uitgebreide evaluatie?
- Wat zijn de belangrijkste beoordelingscriteria voor het gebruik van de blackboxen door Rijkswaterstaat en hoe verhouden deze zich tot elkaar?
- Hoe scoren de geselecteerde blackboxen ten opzichte van deze criteria en in verhouding tot elkaar?
- Wat zijn de beoordelingscriteria van de blackboxen voor een praktijktest en hoe scoren de geselecteerde blackboxen in deze test?
- Welke blackbox(en) voldoen zowel aan de algemene beoordelingscriteria als aan de criteria van de praktijktest?

Het onderzoek is van start gegaan met een korte marktverkenning om de eerste onderzoeksvraag te beantwoorden. Hier werd gekeken welke soorten gebruikers er aan de vraagkant te onderscheiden zijn, en wat het aanbod is aan de marktkant. Deze marktverkenning staat beschreven in hoofdstuk 2.

Door na te gaan in welke gebruikersgroep Rijkswaterstaat past, kon een eerste selectie van blackboxen gemaakt worden. Op grond van deze analyse konden 10 blackboxen van de oorspronkelijke lijst van 17 blackboxen verder buiten beschouwing gelaten worden. De 7 overgebleven blackboxen zijn in dit rapport nader geanalyseerd en beschreven. In overleg met de opdrachtgever is besloten om de enkele blackboxen die in een later

stadium nog werden gevonden of aangedragen, niet mee te nemen in de vergelijking. Deze blackboxen leken ook geen verdere toevoegde waarde voor de bestaande selectie te hebben.

Na de verkenning en de eerste selectie is onderzocht hoe de verschillen in kwaliteit en functionaliteit het beste bepaald kunnen worden. Met behulp van een lijst met kwaliteitseisen en gebruikersbehoeften van RWS is een lijst met beoordelingscriteria opgesteld. Aan de hand van deze criteria zijn alle 7 blackboxen uitvoerig beschreven. Een overzicht en beschrijving van de gebruikte criteria is te vinden in hoofdstuk 3.

Deze eerste beschrijving van de karakteristieken van de verschillende blackboxen is uitgevoerd aan de hand van bij de fabrikant opgevraagde specificaties en productbeschrijvingen. In aanvulling hierop zijn er demonstraties en bedrijfsbezoeken geweest. De resultaten van dit inventariserende onderzoek met een uitgebreide beschrijving van alle onderzochte blackboxen is weergegeven in hoofdstuk 4.

De uiteindelijke vergelijking en vervolgens selectie van de testapparaten voor de praktijktest op grond van de criteria is beschreven in hoofdstuk 5. In dit hoofdstuk is ook aangegeven hoe is omgegaan met een aantal zaken die een objectieve beoordeling en onderlinge vergelijking bemoeilijkten. Dit betrof voornamelijk onzekerheden in de beschikbare informatie en daarnaast het ontbreken van consensus ten aanzien van het toegekende gewicht aan de verschillende criteria.

Als laatste is een praktijktest uitgevoerd. Doel van deze test was het demonstreren van de werking van GPS modems, het beschrijven van installatie en gebruik van de blackboxen en het kunnen vergelijken van verschillende typen modems aan de hand van diverse kwaliteitsaspecten. Het laatste hoofdstuk (6) van dit rapport beschrijft de uitvoering, resultaten en conclusies van deze praktijktest.

2. Marktverkenning

2.1 Inleiding

Het zeer diverse aanbod aan GPS boxen is grotendeels verklaarbaar door de grote verscheidenheid aan de gebruikerskant. Sommige blackboxes zijn zo ontworpen dat ze tamelijk generiek zijn en voor veel gebruikersgroepen de gevraagde functionaliteit kunnen leveren, andere GPS boxen zijn specifiek voor één of twee doelgroepen ontworpen en dus ongeschikt voor ander gebruikers. De verschillende mogelijke toepassingen verklaren ook diverse termen die voor GPS boxen gebruikt worden: ‘GPS box’, ‘blackbox’ en ‘GPS modem’ zijn begrippen die grotendeels hetzelfde type apparaat omschrijven. Voordat de verschillende aangeboden typen blackbox besproken worden, wordt hieronder eerst ingegaan op de verschillende toepassingen van blackboxen die aan de vraagkant onderscheiden kunnen worden. Inzicht in de verschillende gebruikersgroepen maakt duidelijker met welke gebruikersgroep de beoogde RWS gebruikers het meest overeenkomen. Een beter inzicht in de aanbodkant maakt duidelijk op welke groep blackboxen dit onderzoek zich zal richten.

2.2 Vraagzijde

Er zijn verschillende redenen om de positie van voertuigen te bepalen en hun afgelegde route te willen vastleggen. Hieronder worden de volgende zes doelen van tracking en tracing van voertuigen kort omschreven.

1. Fiscale doeleinden;
2. Rijstijlanalyses;
3. Terugvinden gestolen voertuigen;
4. Transport;
5. Dienstverlenende sector;
6. Hulpdiensten.

Een veelvoorkomende reden voor het volgen van voertuigen en vastleggen van routes is momenteel fiscaal van aard. De bewijslast met betrekking tot de belasting voor de privé kilometers gereden met bedrijfsauto's ligt bij de werkgever. Die moet derhalve kunnen aantonen voor welk doel een rit gereden is. Een blackbox die voor dit doel gebruikt wordt mag niet te duur zijn, omdat anders het voordeel van de kilometerregistratie teniet wordt gedaan door de hiervoor gemaakte kosten. Naast het fiscale doel van deze registratie kan deze rittenregistratie ook voor bedrijfsinterne doelen gebruikt worden. Voor deze doeleinden is het voldoende om eens in de week of eens in de maand de gegevens van de boordcomputer te verzamelen.

Een andere veelvoorkomende reden voor monitoring is de rijstijlanalyse. Bijvoorbeeld voor bedrijven met regelmatige schade aan de bedrijfsvoertuigen kan het lonend zijn om de rijstijl van de chauffeurs te kunnen analyseren. Chauffeurs kunnen zo aangesproken worden op hun eventueel schadeberokkende gedrag, waar vooral een preventieve werking van uit kan gaan. De winst is hier vermindering van de schade aan bedrijfswagens en verbetering van het bedrijfsimago. Een ander voorbeeld is het

controleren van de aansprakelijkheid bij een verkeersongeval. Met behulp van de blackbox kan gecontroleerd worden of er bijvoorbeeld sprake was van een snelheidsovertreding op het moment van een ongeval.

Een derde functie van blackboxes is het terugvinden van ontvreemde voertuigen. Voor dit doel worden de apparaten aanbevolen voor luxe auto's en bijvoorbeeld ook voor pleziervaartuigen. De gebruiker zal in dit geval slechts zelden de positie van zijn voertuig willen opvragen. De meningen over de werking van de blackboxes voor deze functie zijn overigens niet zonder meer positief. Omdat het technisch tamelijk eenvoudig is om het GPS signaal te verstoren, kan een professionele autodief deze manier van voertuigbeveiliging omzeilen.

Voor transportondernemingen is het om logistieke redenen van groot belang om te kunnen zien waar hun voertuigen zijn, en eventueel wat de status van het voertuig is. Meestal is het voldoende om enkele malen per dag deze informatie te krijgen. Identificatie van de chauffeur, eventueel gecombineerd met een startonderbreker, kan een gewenste extra functie zijn.

Dienstverlenende bedrijven zoals taxi's en monteurs, hebben behoefte om de locatie van hun werknemers realtime te kunnen traceren: 'tracking & tracing'. Locatieinformatie wordt in deze bedrijfstakken direct gebruikt om de beste, meest efficiënte, tijd en kostenbesparende koppeling tussen bijvoorbeeld taxi en klant tot stand te brengen. Dit gebeurt meestal vanuit een speciale regelcentrale zoals een taxicentrale. Nieuwe informatie moet daarvoor meerdere keren per uur, of bij voorkeur, zoals bij taxicentrales, direct dus realtime beschikbaar zijn. Daarnaast kan het voor dergelijke organisaties ook van belang zijn om gereden kilometers automatisch te kunnen koppelen aan projectnummers, of het blackbox systeem uit te breiden tot een mobiel kantoor waar ook verbruikte onderdelen of geleverde diensten in geadministreerd kunnen worden. Koppeling met bestaande software aan de kantoorkant is in deze gevallen meestal zeer gewenst, voor bijvoorbeeld project management of automatische factureringen. Koppeling van de GPS gegevens aan een routenavigatiesysteem (ingebouwd of via een PDA) voor het plannen van route is ook een voorde hand liggende functie. Andere functionaliteit die nodig is naast de plaatsbepaling is variabel en afhankelijk van het type en de grootte van de organisatie: identificatie van de chauffeur en status van het voertuig zijn hier twee voorbeelden van.

Ook voor hulpdiensten zoals politie en ambulance is communicatie met en aansturing en coördinatie vanuit de backoffice van groot belang voor het efficiënt en effectief verlopen van de werkprocessen. Hier moet niet enkele malen per dag of per uur de locatie van de voertuigen bekend zijn, maar continue: meerder keren per minuut: intensieve tracking & tracing. Bij deze diensten worden bovendien hoge kwaliteitseisen gesteld aan de geboden locatiediensten, qua nauwkeurigheid en betrouwbaarheid. Ook de status van het voertuig is van belang. Ten slotte mag het blackbox systeem voor deze toepassingen niet een op zichzelf staand systeem zijn, maar moet inpasbaar zijn in bestaande software in de backoffice.

2.3 Aanbodzijde

In Nederland zijn meerdere grote spelers op de aanbodmarkt van GPS boxen. Deze hebben de systemen die zij verkopen vaak in eigen beheer ontwikkeld. Daarnaast zijn er ook nog een aantal kleinere aanbieders. Zij verkopen gewoonlijk systemen die elders ontwikkeld zijn. Naast de in Nederland ontwikkelde apparaten worden er ook apparaten aangeboden die zijn gefabriceerd in Noord-Amerika, Azië of Europa.

De oplossingen zoals die in Nederland aangeboden worden zijn voornamelijk ‘totaaloplossingen’. Dat wil zeggen dat niet alleen de hardware aangeboden wordt, maar ook de bijbehorende software. De software handelt communicatie met de devices af, slaat de gegevens op en maakt deze beschikbaar via rapportages en kaarten en dergelijke. Deze software kan op de eigen server en PC’s geïnstalleerd zijn, of bij een dienstverlenend bedrijf dat de rapporten en kaarten vervolgens via internet beschikbaar stelt. Het aanbod is daarmee niet alleen toegespitst op de verschillende gebruikersgroepen zoals die hiervoor beschreven staan, maar ook op verschillende bedrijfsomvang en aanwezige ICT kennis. Kleinere bedrijven kunnen bijvoorbeeld besparen op IT investeringen door gebruik te maken van een dienstverlening. Afhandeling van hun communicatie en dataopslag geschiedt dan op een externe server.

Behalve de verschillen in functionaliteit van de hardware zijn er dus ook grote verschillen in de functionaliteit van de software die de communicatie, data opslag en ontsluiting regelt. Functionaliteit kan namelijk een onderdeel van de interne programmatuur van de blackbox zelf zijn, of van de bijgeleverde software voor server of PC. Dit maakt vergelijking van de blackboxes complexer.

De twee hoofdgroepen die onderscheiden worden zijn de blackboxes zonder modem en de blackboxes met modem. De modem functioneert als een mobiele inbelverbinding voor het draadloos kunnen verzenden van GPS gegevens via het telecommunicatie netwerk. De blackboxes zonder modem zijn voor inzicht in de ritgegevens achteraf, de blackboxes met modem zijn voor direct (‘real-time’) gebruik van de locatiegegevens.

2.3.1 Blackbox zonder modem.

Bij blackboxen zonder modem vindt data transfer van voertuig naar kantoor plaats met bijvoorbeeld een data key. Dit vergt zorgvuldig handelen van de chauffeur. Naast de zorg voor de data key moet de chauffeur (voor fiscale doeleinden) ook het doel van de rit registreren: privé, woon-werk of zakelijk. Hiervoor zijn eenvoudig bedienbare kastjes voor op het dashboard beschikbaar. Als het systeem voorzien wordt van extra sensoren, is het ook geschikt voor rijstijlanalyse.

Dit systeem is gevoelig voor fouten en fraude, omdat de data keys kwijt kunnen raken, vergeten of verwisseld kunnen worden. Gegevens worden met grote tijdsintervallen verzameld, denk hierbij aan weken of maanden. Dit systeem richt zich op de interne rittenregistratie en de administratie voor bijvoorbeeld fiscale doeleinden.

Blackboxen zonder modem zijn ook leverbaar met de mogelijkheid voor uitlezen op afstand. De gegevens van deze blackboxes kunnen door middel van radio techniek uitgelezen worden als ze in de buurt komen van het uitleesstation. Dit uitlezen kan bijvoorbeeld op het parkeerterrein van het eigen bedrijf gebeuren. Daarin verschillen ze

van het hierboven beschreven systeem. Gegevens worden ook nu met grote intervallen verzameld, maar fouten of fraude kunnen minder makkelijk voorkomen.

2.3.2 Blackbox met modem

Van het blackbox systeem met modem zijn een groot aantal uitvoeringen, waarbij vooral de intensiteit of frequentie waarmee locatiegegevens beschikbaar moeten zijn onderscheidend is. Dit bepaalt de eisen die aan de hardware, maar ook aan de software gesteld worden.

De datacommunicatie kan afgehandeld worden door een eigen server of op een externe locatie. Door enkele blackbox leveranciers wordt als dienstverlening aangeboden om de communicatie, opslag en visualisatie van de gegevens via een externe server af te handelen. Gegevens worden dan als kaarten en rapporten via een internet applicatie beschikbaar gemaakt. Deze optie maakt de keuze welke gegevens gepresenteerd worden en de manier waarop deze gegevens gepresenteerd worden minder flexibel. Wanneer de datacommunicatie afgehandeld wordt door een externe server, richt de leverancier zich met name op de kleinere bedrijven binnen de transportmarkt, die niet zelf de (ITC-)kennis en capaciteit hebben om een eigen systeem in te richten.

De communicatie tussen blackbox en server kan bijvoorbeeld via GSM, SMS, of GPRS. Naast de GPS en modem functie zitten er vaak extra connectoren op de blackbox die het aansluiten van extra sensoren mogelijk maakt. Zo'n sensor kan de status van bijvoorbeeld een laadklep of zwaailicht registreren. Dit type systemen richt zich op de grotere of gespecialiseerde transportsector, de dienstverlenende sector en de hulpdiensten. Omdat de wensen in deze sectoren erg wisselend zijn, is het aanbod van systemen ook zeer breed.

De meeste aanbieders richten zich met hun product op een deel van de markt. Er zijn echter ook aanbieders die meerder systemen kunnen leveren, en zich daarbij ook op meerdere segmenten van de blackbox markt richten.

3. Beoordelingscriteria

3.1 Inleiding

Enkele duizenden personen zijn actief in de buitendienst bij Rijkswaterstaat. Voorbeelden van verschillende werkzaamheden in de buitendienst zijn de globale en gerichte schouw, het incident management en handhaving binnen de natte sector. Voor deze werkzaamheden zijn verschillende soorten informatie, waaronder ook ruimtelijke informatie, nodig. Ook de administratieve werkzaamheden die uitgevoerd worden kunnen meer of minder locatiegebonden en tijdgebonden zijn.

De kernactiviteiten horende bij incident management (zie rapport Wagendonk et al., 2006 en Beinat et al. 2005 voor een uitgebreide omschrijving en analyse van deze werkprocessen) kunnen ingedeeld worden bij de in hoofdstuk 2.2 onderscheiden gebruikersgroep van de hulpdiensten. Dit betreft met name de *aansturing* en *coördinatie* van de betreffende wegininspecteurs door de verkeerscentrales en wegendistricten door middel van positie en statusbepaling. De *registratie* die in het kader van incident management, globale schouw en schaderijdingen plaatsvindt valt echter weer beter onder te brengen in de eerst genoemde gebruikersgroep voor fiscale doeleinden. Geconcludeerd kan derhalve worden dat de Rijkswaterstaat gebruikers als geheel niet een eenduidige gebruikersgroep vormen, en dat het vaststellen van criteria daardoor bemoeilijkt wordt.

Dit rapport beoogt geen uitputtende lijst van beoordelingscriteria te geven. Dit was sowieso niet mogelijk daar RWS op dit moment nog niet eenduidig de benodigde functionaliteit op korte en middellange termijn kon geven. Daarom is in eerste instantie uitgegaan van een aantal door RWS verstrekte basiscriteria die ten aanzien van de minimale functionaliteit en vereisten aan de mobiele werkplek gesteld en verstrekt zijn. De bovenstaande beschrijving van activiteiten laat echter wel zien dat in het algemeen gesteld kan worden dat de ideale GPS blackbox geschikt voor alle genoemde RWS activiteiten een breed scala aan mogelijkheden moet hebben of uitbreiding naar die mogelijkheden openlaat. Alternatief hiervoor zouden verschillende blackboxen zijn, elk geschikt voor een andere specifieke toepassing.

Samenvattend kan geconcludeerd worden dat voor verschillende werkzaamheden de wensen en eisen die aan de mobiele werkplek gesteld worden niet gelijk zullen zijn. In dit rapport is van een algemene lijst van wensen en eisen uitgegaan. Dit betekent dat blackboxen verschillende eigenschappen in zich zullen moeten kunnen verenigen en bij voorkeur flexibel zijn in de aanpassingsmogelijkheden. Om te garanderen dat de blackboxen voldoen voor de gebruikers met de hoogste eisen zullen GPS boxen in elk geval moeten aansluiten bij de karakteristieken horende bij de gebruikersgroepen dienstverlening en hulpdiensten. Blackboxes die duidelijk alleen op één van de andere gebruikersgroepen toegespitst zijn daarom in dit rapport buiten beschouwing gelaten.

Om de boxen die op het eerste gezicht geschikt lijken te zijn te kunnen beoordelen en onderling te kunnen vergelijken is een lijst met criteria opgesteld. Voor alle 7 boxen is vervolgens gekeken wat de benodigde prestaties zijn voor RWS, en wat volgens de

leverancier de prestaties zijn van de verschillende boxen. Niet elk criterium weegt even zwaar. Daarom wordt er ook gesproken van harde en zachte criteria. Bij de selectie van de 7 blackboxes die in dit rapport vergeleken worden is daarom hoofdzakelijk rekening gehouden met de harde criteria. Blackboxen die niet aan de belangrijkste criteria voldoen zijn buiten beschouwing gelaten en dus niet in dit rapport opgenomen.

In principe is alleen naar de hardware van de blackbox gekeken. De functionaliteit wordt echter mede bepaald door de software, dus wanneer van toepassing is de functionaliteit van de software ook meegenomen.

Van belang is ook dat er verschillende hardware configuraties mogelijk zijn. Het is mogelijk alleen een GPS-modem te installeren, of deze te combineren met een boordcomputer of PDA. Een boordcomputer heeft gewoonlijk een nauwe koppeling met de GPS-modem, waarbij zowel de GPS functie als de communicatie functie van de GPS-modem door de boordcomputer wordt benut. Een PDA kan een nauwe, losse of geen koppeling met de GPS-modem hebben. In dit rapport worden alleen de functionaliteit van de blackboxen zelf beschreven, eventuele randapparatuur is buiten beschouwing gelaten.

Soms zijn criteria tegenstrijdig met elkaar. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn bij software afhankelijkheid, die in principe negatief wordt beoordeeld. Maar om versleuteling van de gegevensoverdracht mogelijk te maken is deze afhankelijkheid noodzakelijk. Dus bij een goede beoordeling op het criterium versleuteling volgt automatisch een minder goede beoordeling op het criterium over koppeling met software.

Hieronder staan de eisen die RWS stelt aan de plaatsbepaling, communicatie en enkele andere aspecten opgesomd. Deze lijst is samengesteld aan de hand van beschikbaar gestelde documentatie en mondelinge communicatie met Rijkswaterstaat. Hoe de eisen en wensen vertaald zijn in beoordelingscriteria is in de volgende sectie steeds aangegeven.

Ten aanzien van de plaatsbepaling heeft RWS de volgende eisen:

1. Minimaal één plaatsbepaling per seconde;
2. Initialisatie van de GPS (de zogenaamde 'cold start') binnen 1 minuut;
3. De plaatsbepaling is in 95% van de gevallen op 20 meter nauwkeurig;
4. Minimaal 12 kanaals GPS ontvanger.

Voor de communicatie moet gelden dat:

1. Het communicatienetwerk landsdekkend is;
2. De communicatie uit te breiden is naar grotere bandbreedte;
3. Elke 10 seconden communiceren mogelijk is;
4. De communicatie versleuteld is;
5. Voor de communicatie gebruik gemaakt wordt van het XML formaat;
6. Naast positie wordt ook de status van het zwaailicht, plus een identificatie-element van de auto moet kunnen worden doorgegeven.

En verder:

1. De blackbox moet zonder tussenkomst van de bestuurder kunnen functioneren;
2. De database moet een veilige gegevensopslag garanderen;
3. Bij normaal gebruik mag de blackbox geen bovenmatig stroomverbruik hebben;

4. Klein onderhoud aan de blackboxes kan bij RWS plaatsvinden;
5. Bij storing aan het systeem kan de blackbox direct gerepareerd of indien nodig vervangen worden;
6. De software is in te passen in de bestaande ICT omgeving.

Naast bovenstaande eisen zijn er ook enkele wensen:

1. De verzendfrequentie van de positie is flexibel, en kan ingesteld worden vanaf kantoor;
2. Het is mogelijk de bestuurder zich te laten identificeren;
3. Geen interactie met motormanagement;
4. Inbouw van de blackboxes kan op regionaal niveau;
5. Het systeem is uit te breiden tot bijvoorbeeld een mobiel kantoor.

Op enkele punten zijn de bovengestelde eisen en wensen niet ongewijzigd overgenomen uit de beschikbare documentatie. Bijvoorbeeld als de eis een technische eis was, en de functionaliteit die daarmee beoogd werd te bereiken ook op andere manieren bereikt kan worden. Ook zijn er criteria opgesteld die niet direct verband houden met één van de bovengenoemde eisen, maar die wel de kwaliteit van een blackbox beschrijven of onderscheid aanbrengen tussen de verschillende blackboxen. Daarnaast is ook in andere bronnen nagegaan welke specifieke functionaliteit van belang kan zijn voor RWS.

3.2 Beschrijving

De criteria voor de beschrijving en beoordeling van de blackboxes kunnen onderverdeeld worden in vijf clusters:

1. Productdefinitie;
2. Communicatie;
3. Locatiebepaling;
4. Connectoren;
5. Installatie & onderhoud.

Hierna staat per cluster beschreven welke criteria daaronder vallen, en wat er onder die criteria verstaan wordt. Daarnaast wordt vermeld of een criterium wel of niet onderscheidend is, en of het een hard (eis) of zacht (wens) criterium is.

3.2.1 Productdefinitie

Product

Het geleverde product kan uit alleen een hardware component bestaan, of uit een combinatie van hardware en software. Soms is de software optioneel, soms bijna onlosmakelijk verbonden met de hardware. Een losstaande blackbox zou de voorkeur hebben. Maar als men kijkt naar de functionaliteit die een koppeling van de hardware met software mogelijk maakt, is het niet altijd mogelijk om een waardeoordeel aan deze koppeling te hangen. Het is bijvoorbeeld mogelijk dat de software en hardware onlosmakelijk zijn verbonden, maar dat dit bijvoorbeeld encryptie van de verzonden gegevens mogelijk maakt.

Wat wel duidelijk is dat een bundel van hardware met een service, zoals beschreven in 2.3.2, zeker niet wenselijk is. Voor RWS is het van belang dat de software geïntegreerd wordt in de bestaande bedrijfsprocessen, en daarvoor moet de database en bijbehorende applicaties in eigen beheer komen. In dit rapport zijn dergelijke systemen daarom ook niet opgenomen.

Enkele modellen worden geleverd met een SDK, een software developer kit. Daarmee kan de software op de blackbox ontworpen en via emulatie getest worden.

Prijs

De prijs is een onderscheidend criterium voor de vergelijking van blackboxes. Er is een duidelijk verschil te zien in de richtprijzen die voor de verschillende systemen gegeven wordt. Desondanks is het toch onverstandig om sterk op prijs te selecteren, om twee redenen. Ten eerste omvat de prijs niet altijd hetzelfde pakket aan goederen. Soms is het de prijs van een kale blackbox, soms is de prijs inclusief antennes en kabels. Een tweede nog belangrijkere reden is het feit dat de prijs in de meeste gevallen onderhandelbaar is. De stuksprijs is bij aanschaf van een grote hoeveelheid veel lager dan bij aanschaf van een enkele blackbox.

Garantie

De garantietermijn voor de verschillende blackboxes is niet zeer onderscheidend. De meeste leveranciers geven 1 of 2 jaar garantie op hun product.

Standaarden

Bijna alle blackboxes die in dit rapport beschreven staan voldoen aan een of meer standaarden wat betreft schokbestendigheid, interferentie met andere elektrische apparatuur aan boord van voertuigen en temperatuurrange waarbinnen de blackbox werkzaam kan zijn. Voorkomende standaarden zijn de CE standaard en de automotive specificaties Automotive specificaties is een verzamelnaam voor diverse normeringen (DIN en andere) die de auto-industrie betreffen.

De temperatuur range waarbinnen een blackbox volledig kan werken wordt beperkt door de range waarbinnen een (GPRS) modem kan werken, namelijk tussen de -20 C° en + 55 C°. Andere delen van de hardware kunnen eventueel buiten die range ook hun werk doen. Daardoor is deze temperatuurrange niet onderscheidend.

3.2.2 Communicatie

De communicatie eigenschappen vertellen over de eigenschappen van het modem op de blackbox, maar ook over extra communicatie mogelijkheden die de blackbox in combinatie met eventuele software geeft.

Netwerk

Er bestaan verschillende communicatienetwerken. Sommige zijn algemeen in gebruik, zoals het GSM netwerk, andere zijn specifiek voor bepaalde doeleinden, zoals het mobitext netwerk. Elk netwerk heeft bepaalde eigenschappen waardoor het meer of minder geschikt is voor datacommunicatie. Het GPRS netwerk is geschikt, omdat het

continue open is en voldoende bandbreedte heeft voor het verzenden van data. De dekking van het GPRS netwerk binnen Nederland is afhankelijk van de aanbieder. Bij de betere aanbieders is alleen op de Veluwe het netwerk niet geheel dekkend. De meeste blackboxes worden geleverd met een modem dat op één van de netwerken kan communiceren. Slechts enkelen kunnen op meerder netwerken communiceren. Het netwerktype is een zeer onderscheidend criterium. De eigenschappen van het communicatienetwerk moeten gelijk of beter zijn dan het GPRS netwerk. De minimum vereiste is dus GPRS.. Blackboxen die niet aan deze minimum vereiste voldeden zijn niet in dit rapport opgenomen, alle blackboxes beschreven in dit rapport voldoen aan deze vereiste

Failover

Als een modem een failover functie heeft, kan het overschakelen naar een ander netwerk als het oorspronkelijke netwerk niet beschikbaar is. Gewoonlijk wordt dan van GPRS naar SMS overgeschakeld. Volgens verschillende bronnen is deze functie niet onderscheidend, omdat binnen Nederland een GPRS netwerk beschikbaar is overal waar ook een GSM netwerk beschikbaar is. Dit geldt in ieder geval voor twee grote netwerkbeheerders, KPN en Vodafone. Waar eventueel wel rekening mee gehouden kan worden is dat de bandbreedte van het GPRS netwerk smaller kan worden als er veel spraakverkeer op het GSM netwerk plaatsvindt. Voor dit criterium is de keuze van telecomprovider minstens zo belangrijk als de functionaliteit van de hardware.

Beveiliging

Gegevens kunnen versleuteld worden voordat ze verstuurd worden van blackbox naar server, zodat ze in de tussentijd niet gelezen kunnen worden. Hoe belangrijk dit criterium is hangt af van de beveiligingsbehoeften van de gebruiker. Soms wordt binnen de blackbox niet standaard versleuteld, maar is het technisch wel mogelijk dit te doen.

Een GPRS verbinding zou in principe veilig genoeg moeten zijn om data te versturen, als de servers van de netwerkaanbieder goed beveiligd zijn. Twee aanbieders die zichzelf goed beveiligd noemen zijn KPN en Vodafone. Hier lijkt dan niet de mogelijkheden van de blackbox maar de gekozen provider de meeste invloed te hebben op de beveiliging van de gegevens. De eis van versleuteling van de overgezonden data zou dan vervallen.

Initiatief

Er zijn 3 verschillende methoden om dataoverdracht van de blackbox naar de server te initiëren. Bij de eerste methode is de blackbox passief: aan kantoorzijde wordt het initiatief genomen om de gegevens op te vragen. Een tweede mogelijkheid is dat de blackbox de gegevens met een bepaald interval naar de server verstuurt. Dit interval kan een tijdsinterval zijn, een afstandsinterval, of een combinatie van deze twee. Een laatste mogelijkheid is de dataoverdracht te laten afhangen van een gebeurtenis, een 'event'. Dat kan bijvoorbeeld het openen van een laadklep zijn, of het inschakelen van een zwaailicht. Bij deze laatste twee methoden heeft de blackbox een actieve rol.

De blackbox moet een actieve rol hebben bij de data overdracht, dat is een hard criterium. Blackboxen die alleen op aanvraag van de server de gegevens oversturen zijn daarom in deze studie buiten beschouwing gelaten. Enkele van de beschreven

blackboxen kunnen zowel actief als passief data verzenden, dus op aanvraag van de kantoorcant, met een vaste interval en bij het plaatsvinden van een 'event'.

Frequentie

De frequentie waarmee de positie en status van het voertuig naar de server verstuurd kan worden is een onderscheidend criterium. Deze frequentie varieert van een keer per seconde tot een keer per minuut. Aanbieders die zich richten op de gebruikersgroep hulpdiensten kunnen duidelijk aangeven wat de maximale frequentie is. Aanbieders die zich richten op de dienstenmarkt hebben soms niet getest wat de maximale frequentie is. Dan is een frequentie van één maal per minuut gegarandeerd, maar wordt verwacht dat die frequentie ook (veel) hoger zou kunnen. Een minimale frequentie van 6 keer per minuut is een hard criterium, maar de scores voor dit criterium hebben soms een grote onzekerheid. Daarom is uitsluiting van een blackbox op grond van dit criterium niet altijd eenduidig.

Instellingen

Bij geavanceerde blackbox systemen is het mogelijk om de instellingen op de blackbox aan te passen via de bijgeleverde kantoorsoftware. Daarmee kan bijvoorbeeld de frequentie waarmee een positiebepaling wordt verstuurd worden aangepast. Dit is één van de wensen van RWS. Soms is het ook mogelijk om vanaf kantoor ook delen van het voertuig aan te sturen. Bijvoorbeeld het inschakelen van zwaailamp of de startonderbreker. Dit hangt ook samen met de typen connectoren die aanwezig zijn op de blackbox.

Data back-up

De mogelijkheid voor back-up van gegevens is een onderscheidend criterium. Indien door bijvoorbeeld een defect aan het modem of ontbreken van een GPRS netwerk de gegevens niet overgezonden kunnen worden naar de server, moeten deze opgeslagen worden in de blackbox. De capaciteit voor deze data opslag varieert tussen enkele KB en enkele MB. Ook de methode van opslag kan variëren.

Data formaat

De gegevens kunnen in verschillende formaten worden verstuurd en verwerkt aan de serverkant. De verzending van de gegevens kan versleuteld gebeuren of via een open formaat. De opslag kan in een gesloten database, een database die via bijvoorbeeld ODBC bereikbaar is of in een open formaat. De formaten waarmee gewerkt worden bepalen samen met andere factoren hoe eenvoudig een blackbox systeem (met zijn bijbehorende software) in te passen is binnen de bestaande kantoorapplicaties. Veel software systemen bieden meerdere opslagmogelijkheden, in bestaande standaard databases als Oracle en PostgreSQL. Beveiliging en beheer van de data kunnen dan door het DBMS afgehandeld worden.

Standaard gegevens

Welke gegevens standaard worden overgestuurd verschilt per blackbox. Soms is dat alleen locatie, bij andere modellen zit daar bijvoorbeeld ook tijdstip, snelheid en rijrichting bij.

Extra gegevens

Welke gegevens -naast de standaard gegevens- kunnen verzameld en meegezonden worden? Dit hangt nauw samen met de connectoren die op de blackbox aanwezig zijn.

3.2.3 Locatiebepaling

Onder het cluster locatiebepalingstechniek vallen de criteria die de GPS ontvanger beschrijven.

GPS kenmerken

Onder GPS kenmerken valt de niet-technische beschrijving van de GPS. Bijvoorbeeld het merk en eventuele bijzonderheden van de gebruikte ontvanger.

Antennes

Antennes voor plaatsbepaling en voor communicatie kunnen op verschillende manieren uitgevoerd worden. De antennes kunnen geïntegreerd zijn in de blackbox. Ze kunnen extern geplaatst worden, bijvoorbeeld achter de bumper of op het dak van het voertuig. Soms is plaatsbepaling en communicatie gecombineerd in één antenne, soms zijn er twee aparte antennes voor GPS en communicatie. De kwaliteit van de antenne heeft invloed op de nauwkeurigheid van de locatiebepaling.

GPS nauwkeurigheid

De nauwkeurigheid van de plaatsbepaling van een GPS hangt af van verschillende factoren. Bijvoorbeeld de geometrie tussen ontvanger en waargenomen satellieten, ook wel Dilution of Precision (DOP) genoemd. Daarnaast speelt afhankelijk van de omgeving ook reflectie van het signaal en aantal satellieten binnen het 'zicht' van de GPS ontvanger een belangrijke rol. Storingen in de atmosfeer, en onnauwkeurigheden in de klok van de GPS-satelliet zorgen ook voor onnauwkeurigheden in de locatiebepaling. Hoe geavanceerder het GPS systeem, des te meer er met deze verstoringen rekening gehouden wordt bij de plaatsbepaling. Een dergelijke GPS ontvanger kan bijvoorbeeld een inschatting geven van de mate van 'juistheid' van de positie. Desondanks is met een gewone GPS ontvanger een fout van 10 meter. De minimale nauwkeurigheid die een GPS moet hebben -onder normale omstandigheden- is 20 meter. Onder normale omstandigheden wordt verstaan: open terrein, normale atmosferische omstandigheden etc. Deze nauwkeurigheidseis van 20 meter is een hard criterium. Helaas is exacte informatie over GPS nauwkeurigheid niet altijd beschikbaar, en moet soms bijvoorbeeld afgegaan worden op een schatting van de nauwkeurigheid door de leverancier.

Polling frequency

Hoe vaak wordt locatie gemeten. Deze kan variëren van tien keer per seconde tot enkele keren per minuut. De eis die RWS hiervoor stelt is een polling frequentie van minimaal één keer per seconde.

Aantal kanalen

Het aantal kanalen van een GPS ontvanger geeft aan van hoeveel satellieten de signalen tegelijkertijd verwerkt kunnen worden. Dit bepaalt mede de nauwkeurigheid van de plaatsbepaling. Moderne GPS systemen zijn meestal 12 of 16 kanaals. RWS eist een GPS systeem met minimaal 12 kanalen. Omdat de nauwkeurigheid door meer dan alleen het aantal kanalen wordt bepaald, wordt dit criterium toch gezien als een zacht criterium.

Start tijd

Een GPS ontvanger kan niet direct na het inschakelen een positie bepalen. Eerst moeten satellieten gezocht worden en informatie van deze satellieten verwerkt. Dat proces duurt enkele seconden tot enkele minuten. Deze tijd wordt TTFF genoemd: time to first fix. Een GPS kan op drie verschillende manieren starten, afhankelijk van hoelang de GPS uitgeschakeld is geweest en verplaatsing ten opzichte van de laatste bepaalde positie. Dit laatste lijkt voor voertuigen niet relevant, de tijd dat een GPS uitgeschakeld is geweest wel. Hoe langer de GPS uitgeschakeld is geweest, des te meer zijn de gegevens over de positie van de satellieten (almanac en ephemeris) verouderd. De kwaliteit van de GPS antenne heeft invloed op de starttijden, maar erg belangrijk is ook hoe lang de GPS uitgeschakeld is geweest.

Bij een koude start heeft de GPS ontvanger wel geldige almanac gegevens met de globale positie van de satellieten, maar moeten de nauwkeurige ephemeris gegevens opnieuw geladen worden. De TTFF wordt dan vooral bepaald door de tijd die het kost om een volledig ephemeris pakket te downloaden. Dit gebeurt met een snelheid van 50bps, en duurt minstens 30 seconden. Een koude start is nodig als de GPS enkele dagen uitgeschakeld is geweest.

Bij een warme start heeft de GPS ontvanger goede almanac gegevens en redelijk goede ephemeris gegevens, maar geen nauwkeurige tijd. Omdat nauwkeurige tijd noodzakelijk is bij de positieberekening, moet eerst de tijd opnieuw bepaald worden. Een warme start is nodig als de GPS ontvanger enkele uren uitgeschakeld is geweest.

Bij een hot start is de GPS slechts kort uitgeschakeld geweest, en zijn alle gegevens nog recent en nauwkeurig. Een hot start duurt hoeft daarom slechts enkele seconden te duren.

3.2.4 Interfaces

Het cluster Interfaces groepeerde de criteria die de communicatie met bijvoorbeeld mogelijke sensoren en randapparatuur beschrijven.

Connectoren

Het aantal connectoren en het type connectoren op de blackbox bepalen in hoeverre sensoren en andere apparatuur aangesloten kan worden op de blackbox. Sensoren voor bijvoorbeeld deuren en zwaailichten worden op een digitale ingang aangesloten. Soms is

het ook mogelijk om via een digitale uitgang vanaf kantoor dingen aan te schakelen. Andere mogelijkheden zijn bijvoorbeeld een seriële poort, usb en audio ingang.

Identificatie inspecteur

Er bestaan verschillende systemen voor identificatie van de bestuurder. Meestal werken deze met een kaartlezer of button lezer waar de bestuurder een kaart of ID-button tegenaan moet houden. Dit vereist dus een handeling van de bestuurder. Het is ook mogelijk om dergelijke identificatiemedia op afstand af te lezen. Dan hoeft de bestuurder alleen maar de kaart of button bij zich te dragen, en deze niet actief bij de lezer aan te bieden. De mogelijkheid tot identificatie van de inspecteur is een wens van RWS.

Modem capacity

Een blackbox geeft soms de mogelijkheid om ook andere apparatuur via het modem te laten communiceren. Dit kan bijvoorbeeld een PDA of andere boardcomputer zijn.

Automotive data

Moderne voertuigen zijn standaard voorzien van een CAN bus, een mogelijkheid om centraal (elektronisch) gegevens van het voertuig af te lezen. Hierop worden standaardgegevens als oliepeil en dergelijke gecommuniceerd.

Voor vrachtwagens is er een standaard CAN bus, voor personenwagens verschilt de configuratie per merk. Als de CAN bus gegevens kunnen worden uitgelezen door de blackbox, gaat dat voor vrachtwagens makkelijker dan voor andere voertuigen.

Een eis van RWS is dat de blackbox onafhankelijk is van het motor management systeem.

Koppeling andere hardware mogelijk

Diverse aanbieders van GPS modems hebben een bijbehorende boardcomputer ontwikkeld. Ook door andere leveranciers worden koppelingen met andere hardware expliciet vermeld.

Alarmering

Alarmering of ‘allerting’ is mogelijk op twee verschillende manieren: geïnitieerd door de blackbox of geïnitieerd door de kantoorsoftware. Bij alarmering door de blackbox wordt een bericht naar de server gestuurd als er een bepaalde gebeurtenis, ‘event’ zich voordoet. Dit kan bijvoorbeeld het aanzetten van het zwaailicht zijn. Dit type alarmering is mede afhankelijk van de connectoren die op de blackbox zitten.

De software aan de kantoor kant kan ook reageren op de informatie die binnenkomt. Bijvoorbeeld door een e-mail bericht te versturen als een voertuig een gemarkeerd gebied ofwel een ‘geofence’ binnenrijdt.

3.2.5 Installatie en onderhoud

Hieronder wordt onder andere beschreven wie de installatie en onderhoud van de blackboxes kan verzorgen. Soms wordt dit door de leverancier zelf verzorgd, maar meestal uitbesteed. Ook andere technische aspecten komen hier aan de orde.

Installatie service

De meeste blackbox systemen worden door een gecertificeerd installatiebedrijf geïnstalleerd. Installatie van een blackbox kan soms op eigen locatie gebeuren, dan komt de leverancier of een installateur daarvoor langs, anders gebeurt het in de garage van het installatiebedrijf. Installatie van een blackbox neemt gewoonlijk 1 á 2 uur in beslag.

RWS wil dat installatie op regionaal niveau kan plaatsvinden

Installatie blackbox

Gewoonlijk wordt de blackbox achter het dashboard geplaatst, uit het zicht van bestuurder en potentiële dief. Vaak zijn ook andere plekken mogelijk, en past de blackbox bijvoorbeeld op de plek van de autoradio.

Onderhoudscontracten

Een onderhouds- of servicecontract houdt in dat in geval van storing de blackbox binnen korte tijd gerepareerd of vervangen wordt. Hierbij zijn er twee mogelijkheden: een service contract dat via de leverancier loopt, of wat met een installatiebedrijf wordt afgesloten. Een eis van RWS is dat in geval van storing de blackbox direct gerepareerd of vervangen kan worden.

Voeding

De stroomvoorziening van de blackbox kan op verschillende manieren geregeld zijn. Gewoonlijk is de blackbox aangesloten op de accu van het voertuig. Sommige blackboxen hebben daarnaast standaard een interne back-up batterij. Soms is een externe back-up batterij optioneel. Wat voor stroomvoorziening nodig is, is afhankelijk van de accu van het voertuig en de totale hoeveelheid apparatuur aan boord. Een blackbox die overschakelt op de reserve-voeding verandert gewoonlijk zijn functionaliteit. Gegevens worden bijvoorbeeld nog wel verzameld en lokaal opgeslagen, maar niet meer overgezonden.

Blackboxen die beschikken over power-management schakelen zichzelf in de slaapstand als er langere tijd geen verplaatsingen en dergelijke zijn waargenomen. Dit heeft als doel het stroomverbruik te beperken.

Stroomverbruik en power management moeten zodanig zijn dat de blackbox bij normaal gebruik gewoon doorwerkt.

Battery life

Als een blackbox voorzien is van een back-upbatterij, is het belangrijk om te weten hoe lang deze kan functioneren. Hoe lang een batterij mee gaat is grotendeels afhankelijk van externe factoren als temperatuur en luchtvochtigheid.

Bedieningsgemak

Het grootste bedieningsgemak is als de blackbox functioneert zonder tussenkomst van de bestuurder. Voor bepaalde functionaliteit is interactie met de bestuurder noodzakelijk, bijvoorbeeld bij identificatie. In dat geval moet bediening van het apparaat zo eenvoudig mogelijk zijn.

4. Beschrijving van de blackboxen

4.1 Inleiding

Uit het grote aanbod van GPS blackboxes is een groep van 7 apparaten gekozen die bedoelt zijn voor de doelgroep tracking en tracing. Apparaten die niet bedoelt zijn voor de 'tracking en tracing' gebruikersgroepen zijn in dit rapport buiten beschouwing gelaten omdat zij niet voldoen aan de belangrijkste criteria van RWS. De groep van 7 apparaten die door deze voorselectie gekomen zijn wordt hieronder beschreven. Daarbij wordt de fabrikant vermeld, bijzonderheden over de GPS functie, de communicatiefunctie, connectoren en uitbreidingsmogelijkheden en eventueel ook installatie en onderhoud komen aan de orde. Een gedetailleerd overzicht van de alle gegevens die voor elk apparaat verzameld is staat in bijlage1. In dezelfde bijlage staat ook een overzichtstabel die de onderlinge vergelijking van de blackboxen vergemakkelijkt.

Bij het beschrijven van elke blackbox is uitgegaan van de informatie die door de fabrikant zelf ter beschikking is gesteld. Dat betekent soms dat informatie niet beschikbaar is, of dat informatie te rooskleurig kan zijn. Indien van toepassing worden onzekerheden in de informatie vermeld.

4.2 Assist

Ctrack Benelux is een dochter van Digicore Europe. Dit concern heeft ruim 15 jaar ervaring op het gebied van fleet management systemen. Binnen Nederland maken bijvoorbeeld Bam Infratechniek en Nuon Feenstra Verwarming gebruik van de producten van Ctrack. Het hieronder beschreven product is de Assist.

De tracking systemen worden door Digicore in eigen beheer ontwikkeld. De open database structuur zorgt ervoor dat informatie uit het fleet management systeem is te koppelen aan andere applicaties. De onderliggende database is zelf te kiezen, en met ODBC te benaderen.

Het modem kan geleverd worden voor verschillende communicatienetwerken, waaronder GPRS en mobitext.

De locatie wordt bepaald met behulp van een Trimble GPS. Digicore is de grootste afnemer van Trimble. De nauwkeurigheid is enkele meters. De antenne wordt achter de bumper, in het dashboard of op het dak geplaatst, afhankelijk van de wensen en mogelijkheden.

De connectoren op de Ctrack blackbox bieden de mogelijkheid om sensoren aan te sluiten, of bijvoorbeeld een PDA voor routenavigatie. De PDA kan niet van de modemfunctionaliteit gebruik maken, maar wel de GPS gegevens doorgegeven krijgen voor bijvoorbeeld routenavigatie. Standaard worden gegevens als contact aan, GPS uit zicht en dergelijke verstuurt. Het is ook mogelijk om gegevens van extra aangesloten sensoren mee te sturen. Op de identificatie na werkt de Ctrack blackbox zonder tussenkomst van de bestuurder.

De Assist wordt gewoonlijk geleverd als pakket van hardware en software, maar eventueel is ook de hardware los leverbaar. De prijs van een blackbox is ongeveer € 850 per stuk. Een softwarelicentie voor 4 personen kost € 2760.

4.3 FleetBase

Fleetlogic te Vuren is een bedrijf met ruim 10 jaar ervaring in fleetmanagement oplossingen. Zij leveren producten voor wagenparken van 5 voertuigen tot honderden voertuigen omvang, onder ander bij installatiebedrijven, dienstverlenende bedrijven en de overheid. Voorbeelden zijn Eneco Energie, Connexxion, NS en de ambulancedienst van GG/GD Amsterdam.

De producten van Fleetlogic vormen een modulair systeem. De basisboordcomputer, Fleetbase, heeft een geïntegreerde GPS ontvanger en GPRS modem, en kan uitgebreid worden met een, geheugenmodule, PWZ schakelaar en een ID button reader voor identificatie van de chauffeur. De identiteit van de chauffeur kan eventueel ook op afstand gedetecteerd worden, dan is er geen interactie met de bestuurder nodig. De kantoorsoftware die geleverd kan worden maakt gebruik van een SQL database. Gegevens en rapportage vindt plaats via een intranetapplicatie. Ook aan de softwarekant is er keuze uit verschillende modules.

Dataoverdracht vindt plaats via een GPRS verbinding. Dit kan op aanvraag van de kantoorzijde, of automatisch met een gedefinieerde tijdsinterval. Het kortst mogelijke tijdsinterval is 10 seconden. Ook een aangesloten PDA kan via het modem data versturen. Naast de mogelijkheid een PDA aan te sluiten zijn er ook 3 digitale ingangen voor sensoren beschikbaar.

De 12 kanaals GPS heeft een nauwkeurigheid tussen de 10 en 20 meter. Naar verwachting wordt dit in de nabije toekomst nog nauwkeuriger. De Holux GR 212 antenne ondersteunt WAAS/EGNOS, een GPS systeem dat naast satellieten ook gebruik maakt van grondstations) Maar momenteel wordt daar door de GPS zelf nog geen gebruik van gemaakt.

Het plaatsen van een back-up batterij is mogelijk. Als de blackbox gedwongen wordt over te schakelen naar de noodstroomvoorziening stopt de transmissie van data. De gegevens kunnen dan nog wel lange tijd opgeslagen worden. Installatie van het blackbox systeem kan op locatie, of bij één van de circa 10 gecertificeerde installatiebedrijven.

De prijs van een enkele FleetBase blackbox is rond de €1200, inclusief ID module, antenne en bekabeling.

4.4 Starfinder

Laipac is gesticht in 1999, en heeft haar hoofdkantoor in Ontario, Canada. Daarnaast is er een Europese vestiging in Girona, Spanje. Het bedrijf heeft een eigen R&D afdeling, waar tracking en tracing, beveiliging en LBS producten worden ontwikkeld: halffabrikaten, losse componenten en turn-key oplossingen. Laipac is producent en leverancier van de Starfinder. De Starfinder wordt onder andere gebruikt op het NASA Kennedy Space centre voor de grondvoertuigen.

De Starfinder 106 communiceert via het GPRS netwerk. Maximaal één keer per seconde kan de Starfinder haar locatie oversturen. Het verzenden kan ook op basis van afgelegde afstand of een gebeurtenis, een zogenaamd event, plaatsvinden. Voor het registreren van events zijn er 2 connectoren beschikbaar. De status van deze connectoren wordt ook vast gelegd in de data log. Er zijn ook 2 output connectoren, om bijvoorbeeld op afstand een sirene aan of uit te kunnen schakelen. Ook is er een connector om de locatiegegevens naar een navigatiesysteem te kunnen sturen. Een PDA of boardcomputer kan ook communiceren via de GPRS modem. De blackbox zelf geeft geen mogelijkheid voor identificatie van de bestuurder.

Een optionele module is de zogenaamde Panic Transmitter. Dit is een alarmknop waarmee de bestuurder met een druk op de knop zijn positie plus een alarmsignaal naar de thuisbasis kan versturen.

De plaatsbepaling is tot op 3 meter nauwkeurig, met een 12 kanaals GPS. De interne batterij levert 6 uur stroom, een extra externe batterij is ook leverbaar.

Prijzen zijn rond de €340 voor een enkel Starfinder device, inclusief antenne en kabel, en €650 voor een testkit met één device en server software.

4.5 Momo

Electronic Application Laboratory (EAL) te Apeldoorn is de ontwikkelaar en verkoper van het MOMO systeem. MOMO staat voor Mobile messaging & orientation. De allereerste versie is 8 jaar geleden ontwikkeld.

De MOMO blackbox is geproduceerd volgens de CE standaard voor automotive producten, dus onder andere schokbestendig. Vanwege de techniek die gebruikt wordt voor verzenden en opslaan van de gegevens kan de hardware niet los gezien worden van de bijbehorende software. De gegevens worden versleuteld (via 3-DES) overgezonden naar de server, met een frequentie van maximaal één maal per seconde. Op de server worden de gegevens ontsleuteld en weggeschreven in een eigen database. Deze database is vanwege beveiliging van zowel gegevens als systeem alleen toegankelijk via de server applicatie. Toegang tot de gegevens door andere software kan op twee manieren vorm gegeven worden. Allereerst kan de server applicatie via TCP/IP de opdracht krijgen de gegevens op te zoeken in de interne database en aan de externe software te sturen. Of de server applicatie kan de gegevens wegschrijven in een tweede, open database waar externe software gebruik van kan maken.

De frequentie van verzenden is instelbaar tussen de 1 seconden en circa 45 dagen. Deze en andere instellingen zijn vanaf de kantoorzijde in te stellen. Externe apparatuur, zoals een PDA, kan ook van het modem gebruik maken voor data communicatie. Daarnaast de standaard digitale en analoge ingangen zijn er ook een seriële poort, usb, can en telefoon interface aanwezig. Deze laatste zijn standaard wel aanwezig maar niet geactiveerd. Dan kan tegen meerkosten, ook achteraf.

Voor de locatie bepaling maakt de MOMO gebruik van GPS, optioneel met 'dead reckoning' (DR). Dat betekent dat de locatiebepaling van de GPS gecorrigeerd wordt met de verwachte locatie aan de hand van rijrichting en snelheid, wat leidt tot een hogere nauwkeurigheid van de locatiebepaling. Daarnaast zorgt het DR systeem ervoor dat er ook een locatie berekend wordt als er geen GPS ontvangst is, bijvoorbeeld in een

tunnel. Deze geschatte locatie wordt wel al snel onnauwkeurig als het GPS signaal langere tijd ontbreekt.

Indicatie van de prijs voor een blackbox inclusief antenne is € 775 exclusief BTW. Deze prijs is vastgesteld in het kader van het Sherpa project, en geldt als een opdracht aanbesteed wordt in het kader van datzelfde project.

4.6 Nexus

De Nexus is ontwikkeld door Industrial Control Systems (ICS) te Hardinxveld. Dit bedrijf is onderdeel van het internationale Punch Telematix concern, en richt zich op automatiseringsproducten voor voertuigen. ICS ontwikkelt, produceert en implementeert haar producten zelf. ICS heeft inmiddels meer dan 25 jaar ervaring in deze branche.

De producten die ICS levert zijn een blackbox eventueel gecombineerd met een terminal. Het is een modulair systeem, dus uit te breiden. Daarvoor zijn ook diverse connectoren aanwezig, digitaal, analoog en serieel. De componenten voldoen aan de automotive specificaties voor schokbestendigheid en dergelijke. Ook kantoorsoftware voor verwerking van de gegevens is beschikbaar. Deze software slaat de gegevens op in PostgreSQL, een Open Source database. Via deze database zijn de gegevens makkelijk uit te wisselen met andere applicaties.

De Nexus heeft een roll-over geheugen, wat inhoudt dat de oudst aanwezige data wordt overschreven. Voordat oude data overschreven wordt, wordt altijd geprobeerd deze eerst te verzenden. Tot 2000 ritten kunnen opgeslagen worden in dit geheugen.. De blackbox kan ten minste één keer per minuut gegevens verzenden. Vaker is technisch zeer waarschijnlijk wel mogelijk, maar nooit getest omdat dat de ontwikkelaars voor de betreffende toepassingen niet zinvol leek.

De communicatienetwerken waar ICS standaard mee werkt zijn KPN en Vodafone. Deze twee aanbieders werken beide met beveiligde servers, waardoor een verbinding ongeveer werkt als een VPN verbinding. Daarmee is encryptie van de data overbodig geworden. De berichten die verzonden worden tussen blackbox en server moet wel aan een bepaald protocol voldoen, anders worden zij niet als 'veilig' geaccepteerd.

Vanuit de backoffice kunnen de instellingen op de Nexus aangepast worden. Gegevens kunnen ook vanaf kantoor worden opgevraagd, maar gewoonlijk zullen deze met een vast tijdsinterval vanaf de blackbox verstuurd worden.

Installatie van de Nexus wordt door ICS zelf verzorgd. Daarnaast is er een mobiel service team dat binnen 24 uur reparaties kan uitvoeren of een vervangend apparaat kan plaatsen.

Indicatie van de prijs van een blackbox inclusief GPS, GPRS en identificatiemodule is rond de €1100.

4.7 Waveon

De Waveon 708 is niet het nieuwste, maar wel de meest uitgebreide model blackbox van Infowave, Singapore. De Waveon serie wordt in Nederland geleverd door E-tech

Connect in Valburg. Dit is een klein familiebedrijf gericht op techniek en hardware in brede zin. Bij grotere implementatietrajecten werken ze samen met andere bedrijven die bijvoorbeeld gespecialiseerd zijn op gebied van bijvoorbeeld software.

Op de Waveon zit standaard 1 jaar garantie, maar een uitbreiding naar 2 of 3 jaar is mogelijk. Voorbeelden van grootschalige toepassingen in Europa zijn de Oulu Taxi centrales in Finland en het internationaal opererende Pilkington logistics.

De Waveon 708 is een losstaande hardware component. Koppeling met verschillende soorten software is mogelijk. De functionaliteit is daarmee deels afhankelijk van de gebruikte software. Over the air configuratie (OTA) bijvoorbeeld is alleen mogelijk als de software dat ondersteunt. De Waveon 708 kan worden geleverd met een SDK. Hiermee kan het gedrag van de Waveon tot in detail worden geconfigureerd.

De Waveon 708 heeft een failover systeem. Als het GPRS netwerk niet beschikbaar is, dan schakelt de Waveon automatisch over op SMS. Als er geen communicatie mogelijk is worden de gegevens tijdelijk opgeslagen. Een back-up capaciteit van 512 KB is standaard, deze kan worden uitgebreid tot 2 MB.

De 12 kanaals GPS heeft een nauwkeurigheid van 10 tot 20 meter. De frequentie waarmee de positie wordt bepaald is 16 keer per minuut. De GPS kan met zowel een interne als externe antenne uitgerust worden.

Op de Waveon zitten diverse connectoren, waaronder serieel, digitaal en analoog. Op de seriële poort kan een identificatie component aangesloten worden.

De interne power back-up batterij zorgt voor enkele uren stroom in het geval dat de accu van het voertuig tijdelijk onvoldoende capaciteit heeft.

Installatie kan via een van de 63 gecertificeerde werkstations. Deze stations kunnen eventuele storingen binnen 24 uur verhelpen.

De prijs van een Waveon 708 met antennes en bekabeling is €490.

4.8 Locator

De Locator 4000 wordt gemaakt door WebTech Wireless, een bedrijf met 2 Europese vestigingen: in Italië en in Groot-Brittannië. Daarnaast is WebTech Wireless ook actief in Noord-Amerika en het Midden-Oosten. Het bedrijf is opgezet in 1999 met als doel location services en fleet telematics te integreren in het dagelijks werk. Daarvoor is Quadrant ontwikkeld, een systeem van hard- en software voor tracking en tracing en communicatie. De Locator 4000 is niet het meest recente model GPS modem dat WebTech Wireless aanbiedt, maar wel het meest uitgebreide.

Het GPRS modem kan elke 10 seconden een bericht versturen. Het versturen van een bericht kan ook aan de hand van een event of met geofencing gebeuren. Het formaat waarin data verstuurt wordt is standaard een open formaat, maar kan ook versleuteld worden. Het gebruik van digitale formulieren horen ook tot de mogelijkheden.

De 12 kanaals Trimble GPS heeft door het gebruik van WAAS een zeer grote nauwkeurigheid, in de praktijk tot 5 meter. Elke 5 seconden wordt opnieuw een locatie berekend. Een aangesloten PDA of laptop kan van de locatiegegevens gebruik maken voor bijvoorbeeld routenavigatie.

De Locator 400 heeft een serie connectoren voor bijvoorbeeld sensors of koppeling met een PDA. Er kan ook een eigen terminal geleverd worden.

Optioneel zijn onder meer een Panic button en een handsfree kit voor spraak over de GPRS modem. Ook een interne batterij of extra seriële poort is optioneel

Ook de software werkt met een modulair systeem. Voor extra functionaliteit is dan ook een extra softwaremodule nodig.

Installateurs door heel Europa leveren een 24 uurs service.

De prijs van een Locator 4000 is rond de €400, inclusief antennes, exclusief extra modules.

5. Selectie

5.1 Inleiding

Bij de beschreven GPS modems bevindt zich geen model wat aan alle eisen van RWS voldoet. Er zijn er wel meerdere die aan een groot deel van de eisen voldoen. Welke eisen het belangrijkste zijn, bepaalt welke blackbox uiteindelijk de voorkeur heeft. Het onderling vergelijken van de blackboxen is niet eenvoudig, omdat niet alle criteria even zwaar wegen maar ook vanwege onzekerheden in de informatie die beschikbaar is. Binnen RWS is ook geen consensus over de importantie van de verschillende criteria.

De keuzemogelijkheden zijn in deze studie duidelijk afgebakend: de 7 beschreven blackboxen. Voor het vergelijken en selecteren van de drie testapparaten kunnen niet alle criteria gebruikt worden. Ten eerste zou zo'n grote hoeveelheid aan criteria het keuzeprobleem niet vereenvoudigen. Ten tweede zijn niet alle criteria even relevant of onderscheidend. Hieronder is aangegeven per cluster van criteria welk(e) blackbox(en) daar slecht of slechter dan de andere blackboxen presteren, en daarom afvallen voor deelname aan de praktijktest. De samenvattende tabel 8 uit bijlage 1 laat gegevens voor alle onderzochte blackboxen naast elkaar zien.

Binnen het cluster met de algemene productbeschrijvingen zijn er geen redenen om een blackbox te doen afvallen. De enige blackbox die slecht scoort (op het criterium scheiding van hardware en software) is de Momo. De Momo scoort op andere criteria echter erg goed. Voor het scheiden van hardware en software zijn ook technische oplossingen te vinden, daarom is dit criterium geen reden om de Momo te doen afvallen.

Binnen het cluster met criteria die het modem betreffen zijn er twee afvallers. De Nexus heeft een maximale frequentie van slechts 60 seconden. Dit is, zoals ook de praktijktest uitwijst, niet voldoende. De Nexus valt daarom af. De Assist biedt niet de mogelijkheid om ook randapparatuur te laten communiceren via het modem. Ook de Assist valt daarmee af.

Bij de clusters met criteria over de connectoren, gps en overig zijn er wel kleine en grotere verschillen aan te wijzen, maar vallen er geen blackboxen af omdat ze niet voldoen aan harde criteria.

Bij het vergelijken van de stuksprijs van de blackboxen springen de Locator, Starfinder en Waveon er positief uit. De Momo en Assist zijn hier middenmoters. De Fleetbase en de Nexus zijn relatief prijzig.

Na deze selectie op de basiscriteria blijven over: Locator, Momo, Starfinder en Waveon.

5.2 Selectie

Besloten is om voor de praktijktest een drietal apparaten te selecteren die voldoen aan basiscriteria, en daarnaast verschillend van elkaar zijn. De basiscriteria zijn naast de harde criteria voldoende mogelijkheden om de blackbox te combineren met randapparatuur.

De verschillen tussen de geselecteerde blackboxen zitten voornamelijk in het type leverancier en daarnaast ook in de prijs. Er is allereerst gekozen voor een Nederlandse leverancier van een in eigen beheer ontwikkelde en geproduceerde blackbox. Dit is de Momo. Daarnaast is er een product dat geïmporteerd wordt uit Singapore, door een Nederlandse leverancier. Dit is de Waveon. En als laatste is er een internationale leverancier met verschillende vestigingen in onder andere Europa die een Canadees product aanbiedt: de WebTech Locator. Er is gekozen voor verschillende typen leveranciers omdat enkele belangrijke wensen en eisen vanuit de organisatie van Rijkswaterstaat niet de hardware maar de service daaromheen betreffen. In de praktijktest kan deze service worden ondervonden. De selectie van deze drie blackboxen betekent niet per definitie dat de overige blackboxen minder goed zouden zijn. De Starfinder scoort ook voldoende op de basiscriteria. Daarnaast hangt de beoordeling van een blackbox van de taken die deze moet gaan uitvoeren, en deze taken zijn binnen Rijkswaterstaat nog niet eenduidig vastgesteld.

6. Praktijktest

6.1 Doel en opzet praktijktest

Het doel van de testfase is drieledig: het demonstreren van de toepassingen van GPS-boxes binnen de organisatie van Rijkswaterstaat, het opdoen van kennis en ervaring met installatie en gebruik van dit soort devices, en het testen en vergelijken van een selectie van de beschikbare types GPS-modem.

De types die getest zijn verschillen in functionaliteit maar vooral ook in type leverancier. Dit is tijdens de testfase ook duidelijk naar voren gekomen. De Momo heeft een Nederlandse leverancier en wordt ook in Nederland geproduceerd. De Waveon wordt in Singapore geproduceerd en heeft een Nederlandse leverancier. De WebTech wordt in Canada geproduceerd en heeft een leverancier in de UK en Italië die Europa bedient.

Binnen de testfase zijn verschillende fasen te onderscheiden. Als eerste de test op het droge, ofwel de kantoortest. Hierbij zijn de GPS-modems op kantoor aangesloten aan een PC voor configuratie en een eerste test. Vervolgens zijn de apparaten ingebouwd in verschillende voertuigen van Rijkswaterstaat. Daarna hebben deze voertuigen een kortere of langere periode rondgereden met de GPS-modem, waarbij locaties naar de server op de VU zijn gestuurd. Op deze server draaide een zogenaamde webmapping applicatie waarop de locaties van de betrokken RWS voertuigen real-time te zien waren. Ook werden de locaties weggeschreven naar een database. In de volgende stap zijn locaties uit de database gevisualiseerd en geanalyseerd in een GIS systeem. Daarbij zijn zaken als nauwkeurigheid van de plaatsbepaling aan de orde gekomen. Deze onderdelen van de testfase zullen hieronder opeenvolgend besproken worden. Dit hoofdstuk wordt afgesloten met een aantal conclusies en aanbevelingen naar aanleiding van de resultaten van de praktijktest.

6.2 Kantoortest

Tijdens de kantoortest zijn de GPS-modems verbonden met een PC. Dit was nodig om de apparaten te configureren, en voor een eerste test 'op het droge'. Bij deze configuratie zijn de eerste ervaringen met de GPS-modems opgedaan. Hieronder wordt per type modem beschreven hoe deze configuratie en test op het droge is vergaan. Daarbij wordt ingegaan op het verloop van deze test en of de geleverde documentatie afdoende was. Het GPS-modem werd in deze testsetting ook gecontroleerd op functionaliteit: doet het apparaat wat het verwacht wordt te doen? Ook de gebruiksvriendelijkheid van de applicatie, indien van een eigen applicatie voor configuratie sprake is, wordt beschreven. Daarnaast is bij alle modems ook contact geweest met de leverancier. In welke mate de leverancier in staat was de technische vragen of problemen op een redelijke termijn op te lossen wordt ook genoemd.

6.2.1 Kantoortest Waveon 708

De Waveon wordt geleverd met een eigen configuratieprogramma waarmee de unit over een R323 verbinding vanaf PC kan worden geconfigureerd. Deze software lijkt echter nog niet geheel stabiel, en bij pogingen het verzendinterval van de unit op eens per tien seconden in te stellen loopt zij vast. Bij tests blijkt later dat de Waveon evenwel toch eens per 10 seconden data verstuurd. Hieruit volgt dat de waargenomen instabiliteit van de configuratiesoftware pas optreedt nadat de gewenste configuratie is weggeschreven.

Een andere vorm van configuratieproblemen is opgetreden bij het voertuig-ID. Ten eerste reserveert de Waveon 708 slechts 2 bytes voor het voertuig-ID, zodat geen namen kunnen worden gegeven (tenzij bestaande uit niet meer dan 2 characters) maar slechts nummers, in het bereik van 0 tot 65535. Genoeg nummers om alle voertuigen in het RWS wagenpark van een uniek ID te voorzien, maar een extra boekhouding is vereist om dit aan praktische identiteitsgegevens van het voertuig te koppelen. Daarnaast is ook hier sprake van een probleem met de software. Het voertuig-ID laat zich niet eenvoudig instellen en weer uitlezen, en lijkt soms spontaan weer op 0 te springen wanneer de configuratiesoftware opnieuw wordt gestart.

Uitvoer niet conform specificatie: de werkelijke uitvoer van de Waveon 708 blijkt niet conform de voor dit product bestaande specificaties. Datum en tijd werden in het geheel niet verzonden, en de volgende velden moesten als onbetrouwbaar worden aangemerkt omdat zij, wanneer een gegeven niet beschikbaar was, in plaats van hiervan statusmelding te doen zich lieten initialiseren met de waarde van een geheel ander veld. Bij navraag bij de leverancier bleek dit technisch probleem bekend.

- Altitude;
- Course (true);
- HDOP;
- Num.sats.

Gemiddeld interval positiegegevens (bij configuratie-instelling van 10 seconden): één positie per 10 seconden, maar gemiddeld eens per zes meldingen een interval van 11 seconden.

6.2.2 Kantoortest WebTech 4000 en 5000

De WebTech modellen 4000 en 5000 zijn in principe direct toegankelijk via een R232 seriële terminal verbinding voor configuratie. In praktijk was het niet mogelijk om met de geleverde WebTech 4000 een verbinding op te zetten. Aangezien het hierdoor onmogelijk was om de benodigde configuratie uit te voeren is daarom de WebTech 5000 aan een verdere praktijktest onderworpen in plaats van het eerder gekozen type 4000. Type 5000 is moderner dan type 4000, maar beschikt over minder connectoren voor het aansluiten van randapparatuur en is daarom in eerste instantie niet meegenomen in de productbeschrijving. Omdat in deze praktijktest het aantal en type connectoren niet van belang is werd type 5000 als een geschikte vervanger voor type 4000 gezien. Verwacht werd dat type 5000 op andere onderdelen gelijk zou scoren als type 4000, omdat ze gebaseerd is op dezelfde techniek. Later is een goed functionerende WebTech Locator type 4000 door de leverancier bezorgd, maar te laat om mee te doen in de praktijktest.

Inzake het defect en vervanging van het device is de communicatie met de leverancier moeizaam geweest.

Uitvoer niet conform specificatie: de WebTech 500 werd in de kantoor situatie geconfigureerd om positieberichten te verzenden in een ouder maar simpeler communicatieprotocol (serie L1 01) . In plaats hiervan echter werden positieberichten verzonden in het standaardprotocol (serie L3 01) waarin de opbouw van de berichten anders van opzet is, dwz niet dezelfde volgorde van velden wordt gehanteerd. Als gevolg hiervan moest de al ontwikkelde connector gedeeltelijk worden herschreven.

Voor datum en tijd worden waarden doorgezonden die afwijken van de GPS klok.

Het gemiddeld interval voor het verzenden van de positiegegevens is één positie per 61 seconden.

Hierbij moet worden opgemerkt dat het device was geconfigureerd voor een interval van 10 seconden, maar dat het niet meer kort voor of na de inbouw gecontroleerd kon worden, zodat niet mag worden uitgesloten dat deze instelling in een harde reset verloren is gegaan. Het is zinvol om na uitbouw de instellingen van de WT5000 te controleren, aangezien de interval op 1 minuut is blijven staan hetgeen conform de default instelling van het type is. Vrij systematische afwijking van het 1-per-minuut patroon met 1 seconde, waarschijnlijk ten gevolge van gebrek aan compensatie voor vertraging tussen signaal-uit en na bevestiging herstarten van de timer.

6.2.3 Kantoortest MOMO

Er is geen ervaring opgedaan met de configuratieprocedure voor de MOMO, daar deze door EAL zelf werd verricht.

De MOMO werkt als enige van de drie systemen vanuit de gedachte van een toezichthoudende centrale applicatie waar de communicatie met de apparaten wordt afgehandeld. Vanwege de encryptie op de communicatie is het niet zomaar mogelijk om een eigen connector naar de communicatie te laten luisteren. Om de data daarom in een eigen spatial database te krijgen zijn meer stappen nodig, met de EAL server als tussenstation. EAL was bereid om de aanpassingen aan hun software te maken om inkomende gegevens direct na decryptie door te zenden naar een eigen connector op een andere poort.

Voordeel van de tussenlaag: voor troubleshooting, extra controleniveau om sneller diagnose te stellen over waar in het proces iets mis gaat. Biedt ook een readymade interface om op afstand de in voertuigen geïnstalleerde devices te configureren.

Nadeel van de tussenlaag: gebruikt systeembronnen, en de MoMo serverapplicatie is niet diepgaand gedocumenteerd. Gebruik behoeft enige training.

Gemiddeld interval positiegegevens (bij configuratie-instelling van 10 seconden): een positie per 9 seconden, lage variantie. Waarschijnlijk overcompensatie voor een verwachte transmissievertraging tussen uitgaand bericht en bevestiging.

6.3 Inbouw en applicatie ontwikkeling

6.3.1 Inbouw GPS-modems

De GPS-modems zijn ingebouwd door een onafhankelijk installatiebedrijf (CSO) en door EAL (voor de Momo). Het installatiebedrijf CSO is gevestigd in Nieuwegein, en heeft veel ervaring met inbouw van diverse apparatuur in voertuigen, maar had nog geen ervaring met installatie van dit specifieke type apparaten. Voor installatie van de Waveon en de WebTech zijn 2 voertuigen van RWS naar Nieuwegein gekomen. Op de foto's is de inbouw van de Waveon te zien.



Figuur 6.1 Aanleggen van de bedrading.

Bij installatie werd een deel van de binnenbekleding van het voertuig tijdelijk verwijderd, om daarachter de kabels netjes weg te kunnen werken.

De voeding van het voertuig werd gebruikt voor stroomvoorziening van de GPS-modem, en daarom werd ook toegang gemaakt tot de stroomvoorziening in het voertuig.

Installatie van de GPS-modem inclusief bedrading en antennes ging in beide gevallen voorspoedig en duurde circa anderhalf uur.



Figuur 6.2 Plaatsing van GPRS (links) en GPS (rechts) antenne.

De bijgeleverde documentatie was in beide gevallen voldoende voor een probleemloze en vlotte installatie.



Figuur 6.3 Plaatsing van de blackbox (l) en aansluiting op stroomvoorziening (r).

De installatie van de twee GPS-modems is verzorgd door EAL. Over deze installatie is geen informatie beschikbaar.

6.3.2 Webmapping applicatie

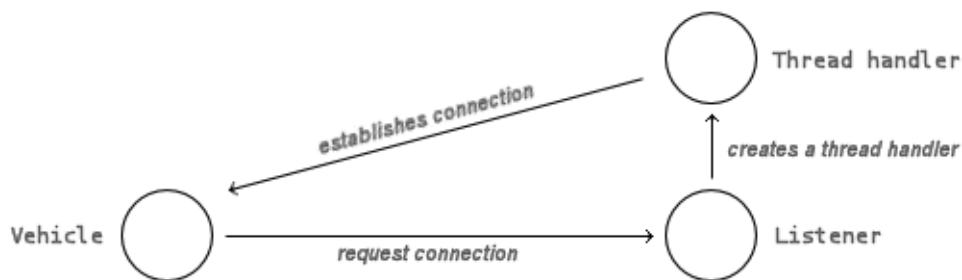
De locaties werden door de GPS modems verzonden naar een speciaal daarvoor ingerichte server op de Vrije Universiteit. Op deze server was voor demonstratie doeleinden ook een webmapping applicatie gebouwd, zodat de locaties ook via internet gevisualiseerd werden. Om de test over verschillende devices heen vergelijkbaar te houden, werden speciaal voor deze test simpele, functioneel vrijwel identieke connectoren ontwikkeld. Deze connectoren zorgden ervoor dat het pad vanaf het binnenkomen op de server tot opslag in de database voor alle devices gelijk was, en dat er uniformiteit van opslagmedium was (een PostgreSQL database). De mapserver is alleen opgezet voor demonstratiedoeleinden binnen RWS en is niet bedoeld als voorbeeld van een volwaardig eindproduct.

Een kleine uitzondering op de beoogde uniformiteit trad op bij de Momo, die vanwege encryptie uitsluitend met de eigen hiervoor ontwikkelde intermediaire serverapplicatie kan communiceren. Het verschil bestond daaruit dat de connectoren voor de andere voertuigen berichten rechtstreeks ontvingen, maar de connector voor de Momo berichten ontving via de EAL intermediair. Deze extra trap heeft echter geen enkele invloed op de vorm van de rest van de datastroom, zodat wanneer men in het geval van de Momo overal waar 'voertuig' staat 'intermediair' denkt, de beschrijving ongewijzigd kan worden gebruikt

De connectoren bestaan telkens uit dezelfde drie componenten:

- Een listener;
- Een thread-handler;
- Een protocol-handler.

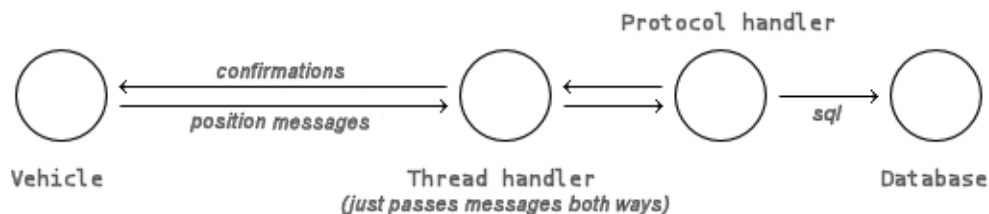
De listener is een stukje serversoftware dat niets anders doet dan voortdurend luisteren op de netwerkpoort waar voertuigen verbinding mee kunnen maken. Zodra een verbinding wordt gemaakt met poort (zie figuur 6.1) start de listener een *thread handler* en draagt de verbinding hier aan over.



Figuur 6.1 De totstandkoming van een verbinding.

De thread handler is een component met de taak om de verbinding tussen een voertuig en de server in stand te houden, berichten op te vangen van het voertuig en berichten bestemd voor het voertuig terug op de lijn te zetten. De thread handler kijkt niet naar de inhoud van berichten, maar is slechts doorgeefluik tussen het voertuig en de *protocol handler*.

De protocol handler is een stukje software dat de taal waarin het voertuig berichten verstuurt begrijpt. Hier worden de binnengekomen berichten geïnterpreteerd, en vertaald naar SQL (structured query language) waarmee de ontvangen gegevens in de database worden geschreven. Indien de regels van het protocol aangeven dat een reactie terug moet naar het voertuig, formuleert de protocol handler (zie figuur 6.2) het verwachte antwoord en geeft dit terug aan de *thread handler* om naar het voertuig te sturen.



Figuur 6.2 Berichten bereiken de server, de protocol handler antwoord en verwerkt.

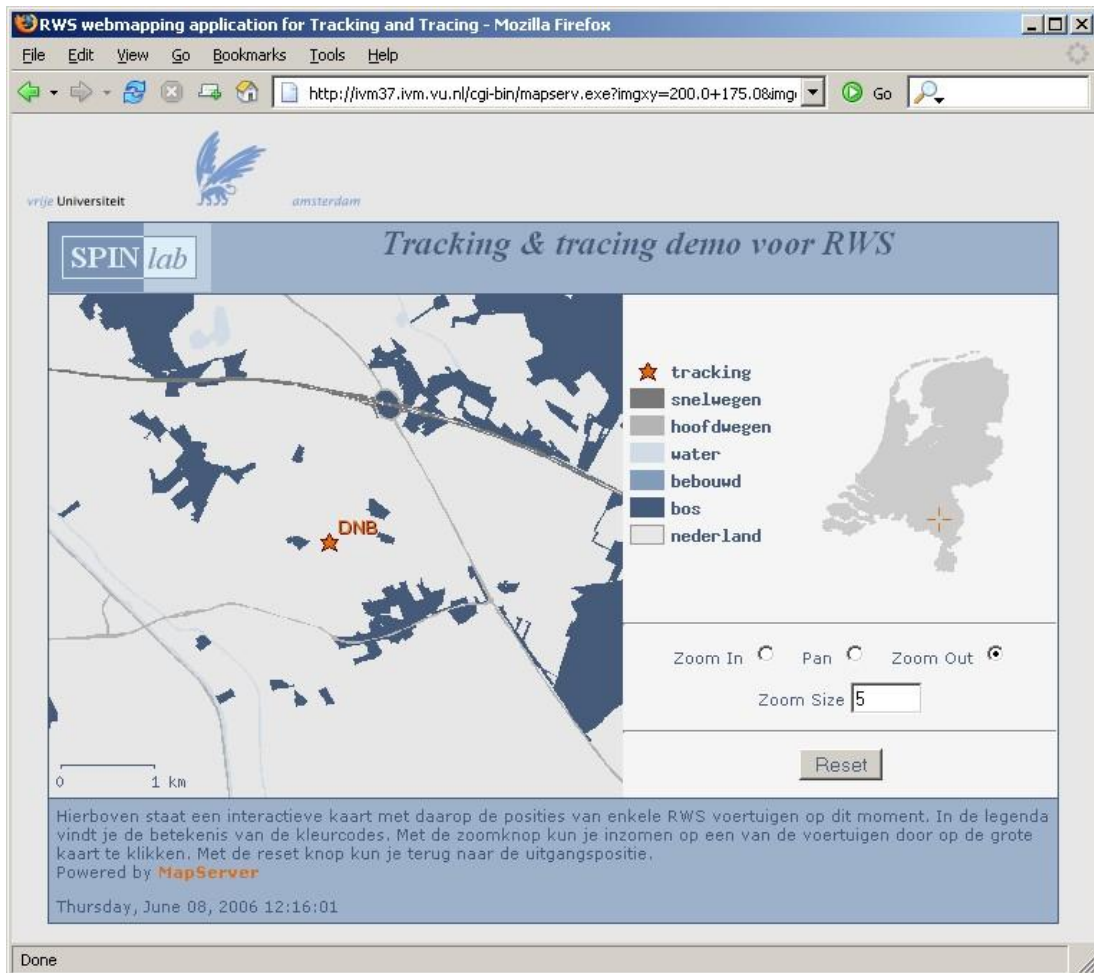
De database waarin gegevens tijdens de test werden opgeslagen is een PostGIS database (de ruimtelijke uitbreidingscomponent op PostgreSQL). Communicatie verloopt in de krachtige SQL database taal waarmee de aanwezige data naar believen kan worden gefilterd, doorzocht en bekeken.

Omdat het bekijken van ruimtelijke gegevens in de vorm van tabellen voor de meeste personen geen intuïtieve bezigheid is, is als visualisatie front-end op de database Mapserver software (de in GIS kringen welbekende University of Minnesota Mapserver) geïnstalleerd.

Deze mapserver werd voor de test geconfigureerd om van ieder voertuig alleen de laatste positie weer te geven (database tabel als databron opgeven, met de relevante SQL query als filter) en daarnaast gebruik te maken van de volgende statische data als achtergrond voor de posities van de voertuigen:

- Omtrek Nederland
- Selecties uit de Top10wegen (TDN)
 - Snelwegen
 - Hoofdwegen
 - Lokale wegen
- Selecties uit de grondgebruikskaart van Nederland
 - Bos
 - Water
 - Bebouwing

De mapserver stelt uit de database gegevens, de statische data en metadata uit het configuratiebestand een kaartbeeld samen. De extent (het getoonde gebied) van dit kaartbeeld kan worden bijgesteld via de zoom en pan functies op de webpagina waarin dit kaartbeeld vervolgens als plaatje wordt gepubliceerd, zie onderstaande illustratie. Bij het inzoomen verschijnt steeds gedetailleerdere topografische informatie op het kaartbeeld.



Figuur 6.3 De Webmapping applicatie met daarop de locatie van een RWS voertuig.

6.4 Analyse van resultaten

Tijdens het rijden met de voertuigen zijn er continue locaties verstuurd naar de server. Deze locaties zijn weggeschreven in een database en daar verzameld. Bij het bestuderen van de locaties in de database vallen een paar zaken op. Ten eerste de missers, de niet aannemelijke locaties. Dit zijn bijvoorbeeld locaties die niet in het betreffende district van het voertuig liggen, niet in Nederland liggen of zelfs in de Noordzee liggen. Dit zijn niet aannemelijke locaties, of zogenaamde uitbijters. Deze uitbijters zijn bij alledrie de typen GPS-modems gesignaleerd. Zij komen zelden voor en zijn eenvoudig te herkennen aan bijvoorbeeld een ligging op de nulmeridiaan. Dit is waarschijnlijk een fout van de positiebepaling door de GPS, die af en toe voorkomt. Een niet aannemelijk locatie is anders dan een niet nauwkeurige locatie. In het laatste geval is het niet direct duidelijk dat er sprake van een uitbijter, maar kan door de gegeven coördinaten de locatie van het voertuig verkeerd geïnterpreteerd worden. De coördinaten van een niet nauwkeurige locatie geven bijvoorbeeld aan dat het voertuig op de zuidelijke weghelft rijdt, maar in werkelijkheid bevindt het voertuig zich op de noordelijke weghelft.

Tabel 6.1 Aantal uitbijters per blackbox.

	Momo 1	Momo 2	Waveon 708	WebTech 5000
Totaal aantal locaties	5416	1017	54026	8024
Aantal uitbijters	1	0	12	0
Percentage uitbijters	0,018%	0%	0,002%	0%

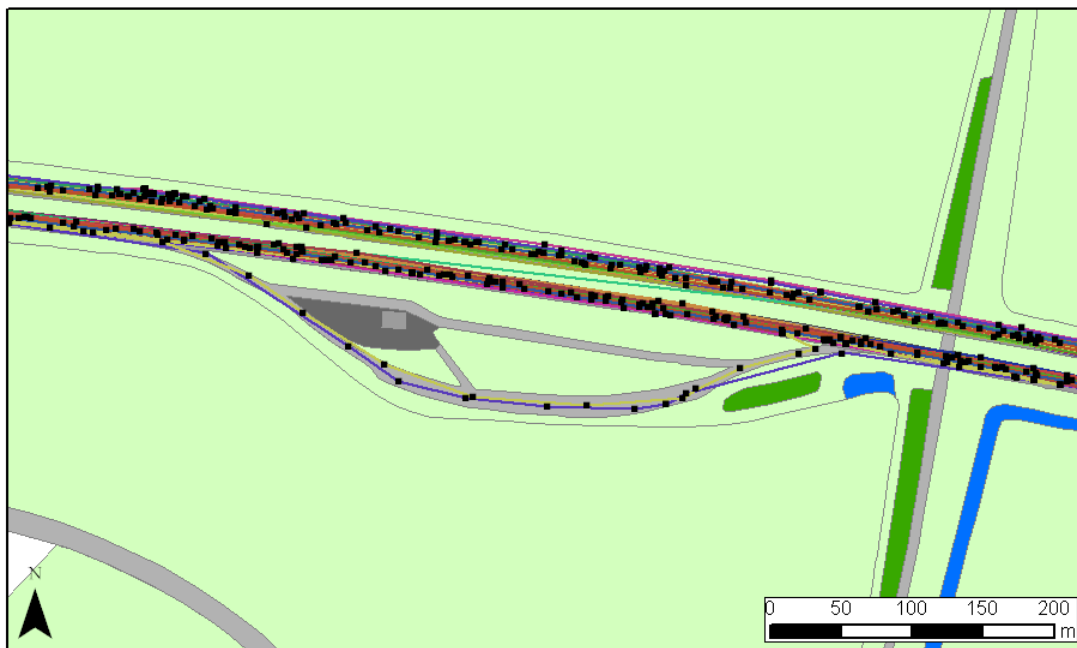
Het percentage uitbijters is nauwelijks verschillend voor de 3 typen GPS modems (tabel 6.1). De Waveon heeft de meeste uitbijters maar ook de meeste locaties. Merendeel van deze uitbijters waren gemeten op dezelfde datum: dit wijst op een tijdelijke storing in de ontvangst.

Er zijn door de testrijders geen problemen tijdens de testperiode geconstateerd aan de hardware binnen het voertuig. De deelnemende testrijders is gevraagd hier expliciet op te letten. Volgens de bevindingen van de testrijders zijn er geen invloeden geweest van de GPS-modems op overige hardware in de voertuigen. Denk hierbij bijvoorbeeld aan storingen op radio of communicatieapparatuur, functioneren van de accu en dergelijke. De bevindingen van de testrijders kunnen niet gezien worden als nauwkeurige indicatie voor het exacte functioneren van de GPS-modems in samenhang met andere apparatuur, het kan dus zijn dat er wel invloeden zijn. Maar deze invloeden zijn niet van dien aard dat deze opgemerkt zijn door de chauffeur. Wel zijn er voor een langere periode geen coördinaten ontvangen van zowel de Momo2 als de Waveon. De oorzaak hiervan is voor de Momo al tijdens de testperiode vastgesteld, en lag in het per abuis tijdelijk opzeggen van het GPRS abonnement. Dit is dus geen hardware matige oorzaak, maar een oorzaak buiten het apparaat zelf om. Naar verwachting is de oorzaak voor de Waveon vergelijkbaar, maar dit kan pas bij uitbouw bevestigd worden.

Voor de WebTech bleken de instellingen van de verzendfrequentie na montage in het voertuig anders dan de instelling zoals die tijdens de kantoortest bepaald was. Of dit een fout is van het WebTech apparaat of een menselijke fout kan pas na uitbouw bepaald worden.

Voor verdere analyse zijn de puntlocaties uit de database geprojecteerd naar het Nederlandse Rijksdriehoeksstelsel. Met behulp van een eenvoudig script zijn deze punten omgezet naar lijntrajecten, met één traject per dag. Deze trajecten zijn over de topografische kaart (schaal 1:10.000, TDN) geprojecteerd. De topografische kaart heeft een zeer hoge nauwkeurigheid, en kan daardoor gebruikt worden om de nauwkeurigheid van de gemeten locaties en trajecten te bepalen. Bij deze nauwkeurigheidsbepaling moet rekening gehouden worden met enkele factoren. Allereerst hangt het resultaat af van de kwaliteit van de projectiemethode. Bekend is dat de zogenaamde 'on the fly' projectiemethoden een veel onnauwkeuriger resultaat geven dan de standaard methoden omdat deze eerste de gebruikte datums niet in beschouwing nemen. Daarom is gekozen voor een standaard projectiemethode. Daarnaast speelt de nauwkeurigheid van de gekozen referentielaag, de topografische kaart, een rol. De nauwkeurigheid van deze kaart is zeer hoog en ligt in de orde van centimeters.

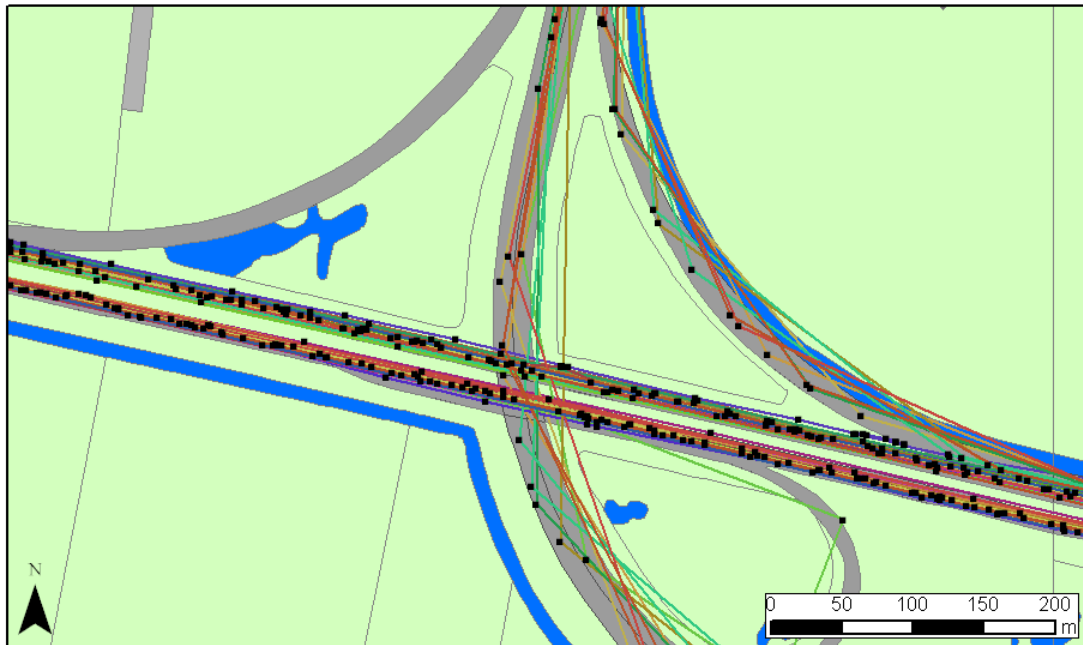
Op de kaarten hieronder (en in bijlage II) is te zien hoe de punten tot trajectlijnen zijn omgezet. Deze omzetting is met behulp van een GIS systeem gemaakt. Elke rit heeft een andere kleur lijn, de locaties gemeten door de blackbox zijn weergegeven als kleine zwarte puntjes. Op deze kaarten is de Waveon afgebeeld. Te zien is dat ook de hoge verzendfrequentie van de Waveon en de Momo, namelijk elke 10 seconden een positie, toch nog leidt tot afsnijdingen in bochten. Deze afsnijding is nog acceptabel te noemen. Op de kaarten van de WebTech, te vinden in bijlage II, is duidelijk te zien dat de lage verzendfrequentie van de WebTech de bochten zeer onduidelijk maakt. Voor rechte trajecten is de verzendfrequentie van de WebTech wel voldoende.



Figuur 6.7 De Waveon op een recht stuk weg.

In de kaarten is zichtbaar dat de gemeten locaties niet altijd exact op de juiste weghelft liggen. Dit wordt grotendeels veroorzaakt door de onvermijdbare onnauwkeurigheid van GPS systemen in het algemeen. Deze onnauwkeurigheid wordt beïnvloed door de atmosferische omstandigheden, omliggende bebouwing en begroeiing en de stand van de GPS satellieten op een bepaald tijdstip. Daardoor is een kwantitatieve vergelijking tussen

systemen die op een andere plaats en op een andere tijd zijn getest onjuist. Daarom worden de nauwkeurigheden kwalitatief en niet kwantitatief beschreven.



Figuur 6.8 De Waveon op een bochtig stuk weg.

Figuur 6.9, ingezoomd op de bandbreedte van de locaties, laat zien dat niet alle gemeten locaties netjes op de weg (topografische kaart) liggen. Dit wordt veroorzaakt door algemene beperkingen van positiebepalingen met behulp van GPS: atmosferische storingen, ongunstige stand van de GPS-satellieten en dergelijke. Er zijn manieren om deze fout te beperken, bijvoorbeeld door gebruik te maken van WAAS/EGNOS of afhankelijk van de oorzaak Death Recognizing (DR). Bij WAAS/EGNOS maakt de GPS naast de satellieten ook gebruik van grondstations die helpen een nauwkeurigere positie te bepalen. Bij

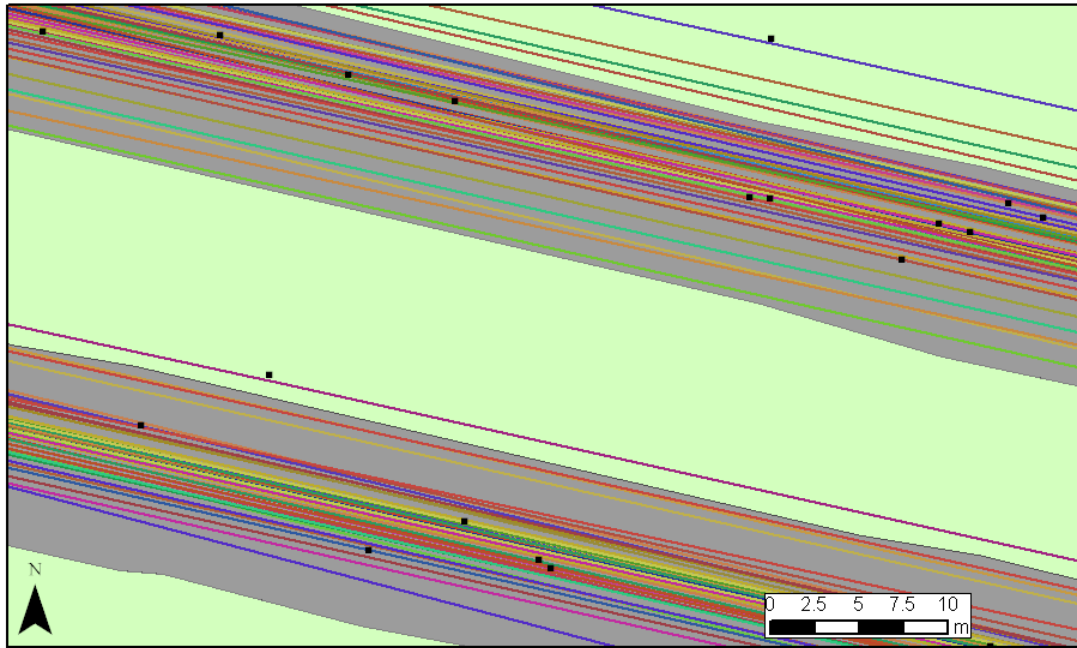
Death Recognizing maakt de blackbox naast de GPS locatie ook gebruik van informatie over rijrichting en rijnsnelheid om een nauwkeurige positie te bepalen. Dit laatste systeem is vooral nuttig als de onnauwkeurigheid veroorzaakt wordt door storing door bijvoorbeeld gebouwen en tunnels. Navigatiesoftware maakt vaak gebruik van algoritmes die de locatie altijd netjes op een wegvlak projecteert. Deze techniek geeft een verkeerde indruk van de nauwkeurigheid van een positiebepaling en kan soms zelfs een foutieve plaatsing van het voertuig tot gevolg hebben. Het voordeel is dat deze techniek wel visueel een aantrekkelijk resultaat geeft.

6.4.1 Bandbreedte

Op de kaarten in de figuren 6.7, 6.8 en 6.9 en in bijlage II is te zien dat de trajecten liggen in een bepaalde bandbreedte. Deze bandbreedte is een maat voor de nauwkeurigheid van de locatiebepaling. De bandbreedte lijkt bij de Waveon het grootst. Om hieraan de conclusie te verbinden dat de Waveon dus de minst nauwkeurige

positiebepaling heeft is onjuist. De Waveon heeft veruit de meest gereden tracks, en daarmee is de kans dat de bandbreedte breder is ook groter.

Het dead reckoning systeem van de Momo, dat de nauwkeurigheid van de plaatsbepaling vergroot, lijkt geen groot effect te hebben op de bandbreedte van de gereden tracks. Zie ook kaart 4 in bijlage II. Naar verwachting is het effect van dit systeem veel duidelijker merkbaar in een bebouwde omgeving.



Figuur 6.9 Bandbreedte van de gereden trajecten.

6.4.2 Projectiemethode

In de webmapping applicatie worden de coördinaten van de gps-modems on-the-fly geprojecteerd. Dit is nodig omdat op GPS systemen de positie standaard bepaald wordt in geografische coördinaten op een WGS84 datum. Het geografische bestand van de topografische ondergrond heeft haar coördinaatsysteem in het rijkdriehoeksstelsel, wat gebruik maakt van de Bessel ellipsoïde. Het Rijkdriehoeksstelsel is het meest geschikt voor kaarten binnen het Nederlandse grondgebied, daarom is dit stelsel gebruikt. Bij een on-the-fly projectie wordt niet gecorrigeerd voor het gebruik van een andere ellipsoïde, en waarschijnlijk ontstaat daarbij de onnauwkeurigheid in het uiteindelijke kaartbeeld waarbij de locaties rond de 50 meter naar het zuidwesten verschoven zijn ten opzichte van de topografische ondergrond. Bij de analyses van de database is gebruik gemaakt van een standaard herprojectie, en treedt deze verschuiving niet op. Dit is dus een punt van aandacht bij het bouwen van een applicatie voor de visualisatie van de realtime locaties.

6.5 Conclusies en aanbevelingen

Uit de praktijktest kunnen verschillende conclusies getrokken worden.

Ten eerste is bij de test op kantoor van de Waveon en de WebTech gebleken dat de apparaten niet altijd precies functioneren volgens de officiële specificaties. Voor de Momo kunnen hier geen uitspraken over gedaan worden, omdat deze niet door de VU is getest.

Daarnaast is er sprake van een verschil in service de leverancier, bij technische vragen of problemen. Hierbij steekt eTech connect, de leverancier van de Waveon gunstig af bij de leverancier van de WebTech. Documentatie werd beschikbaar gesteld, en vragen werden of zelf beantwoord of door de fabrikant in Maleisië. De leverancier van de WebTech heeft wel documentatie toegezegd, maar niet geleverd. Ook duurde het beantwoorden van technische vragen erg lang. Vergelijking met EAL, de leverancier van de MOMO, is moeilijk omdat deze de installatie zelf hebben verzorgd, maar de service van EAL is goed te noemen.

Geen een apparaat heeft bewezen slecht gepresteerd tijdens de testfase. Er zijn wel verschillen aan te geven. Dat zijn voornamelijk verschillen in de uiteindelijke gegevens die overgezonden worden. Dat kunnen alleen de coördinaten zijn, of daarnaast ook gegevens over datum en tijd. Dit zijn echter geen verschillen in prestaties maar in functionaliteit.

De storingen die tijdens de praktijktest zijn opgetreden zijn deels reeds verklaard, deels zal pas bij uitbouw definitief een oorzaak aangewezen kunnen worden.

6.5.1 Aanbevelingen

Kwaliteit van alledrie de producten lijkt voldoende tot goed. Een definitieve uitspraak hierover kan pas na uitbouw van de GPS-modems gedaan worden. Het verschil tussen de verschillende typen zit vooral in functionaliteit van de apparaten en in het serviceniveau van de leverancier. Niet elk apparaat stuurt exact dezelfde gegevens over. De WebTech en de Waveon sturen minder gegevens door dan de Momo, maar alledrie sturen ze een betrouwbare locatie door.

Het lijkt zinnig om van de WebTech na uitbouw de instellingen nogmaals te controleren. Het lijkt alsof het apparaat bij inbouw de default instelling heeft ingenomen, en daardoor in plaats van een tijdsinterval van 15 seconden een tijdsinterval van 60 seconden heeft aangehouden. Dit kan zowel door een menselijke fout als door een hardware fout veroorzaakt worden.

Van de Waveon moet na uitbouw bekeken worden of de sim-kaart inderdaad oorzaak is van het wegvallen van de communicatie met dit GPS-modem, of dat dit een hardwarematige oorzaak heeft.

De voorkeur voor één van de drie geteste modellen hangt af van de gewenste functionaliteit en het beschikbare budget. Bij de keuze kan het zwakke service-niveau van de leverancier van de WebTech in overweging genomen worden.

Voordat een definitieve selectie wordt gemaakt is het verstandig om eerst terug te gaan naar de eerste stap van dit onderzoek, en naar de criteria te kijken. Voor een het definitief vaststellen van deze criteria moet duidelijk zijn welke processen in de buitendienst voorzien gaan worden van een mobiele werkplek, en wat de precieze functionaliteit van die mobiele werkplek zal zijn. Daarbij zijn bijvoorbeeld ook factoren

als arbo-wetgeving en de huidige verschillen in werkwijze van de diverse districten van belang. Op basis van de definitieve criteria kunnen de beschreven blackboxen nogmaals naast elkaar gehouden worden om het meest geschikte apparaat te kiezen. Een praktijktest inclusief randapparatuur als bijvoorbeeld tablet PC en identificatiemodule is dan de volgende stap om te komen tot de uiteindelijke configuratie van de mobiele werkplek.

Appendix I. Specificaties blackboxes

I.1 Assist

	criterium	omschrijving
product features	Type	Assist
	Fabricant	Digicore Europe B.V.
	Leverancier	Ctrack Benelux, dochter van Digicore
	garantiebepalingen	12 maanden return to factory, uitbreiding mogelijk
	Prijs	prijs vanaf 850 E ex. Btw. Montage op locatie 160 E.
	Hardware of hardware/software combi	combi hardware software, maar eventueel ook alleen hardware leverbaar. Van software is er een server en een desktop versie
	Waterdichtheid, temperatuur	IP 61, systeem is Kema gekeurd voor en voldoet aan de strenge E4 en e4 , Europese normeringen. Certificaten zijn beschikbaar
communication	max # posities per minuut	20
	Communicatie netwerk(en) en protocollen	keuze uit GPRS, SMS, mobitex, Immersat
	Failover	ja, wanneer gekozen wordt voor GPRS is er een automatisch instelbare fallback naar SMS mogelijk
	Communicatie beveiliging (versleuteling)	ja , de data wordt gecodeerd
	updates vanuit kantoor	ja, alle parameters kunnen automatisch op afstand worden aangepast. Zelfs de firmware (software in de unit) kan op afstand worden gedownload.
	Passieve / actieve communicatie	kan beide, instelbaar
	Data backup	ja, volgens FIFO principe
	Open data formaat	te benaderen met ODBC
	Standaard gegevens	contact aan, contact uit, rijden, GPS uit zicht, overschrijding van de ingestelde stationairduur, overschrijding van de ingestelde snelheidslimiet, remvertraging, het betreden en/of verlaten van een voorkeursgebied, verbodsgebied of meldpunt (geofencing), coördinaten
	Extra gegevens indien mogelijk	gegevens van sensoren, identiteit

installation & maintenance	Locatie bepaling (gps kenmerken)	trimble GPS, C-Track is de grootste afnemer van Trimble
	geïntegreerde/losse antennes	afhankelijk van plaatsingsmogelijkheid wordt antenne achter bumper, in dashboard of op dak geplaatst
	Power supply battery options	standaard backup batterij
	battery life	12 actieve uren
	installatie service	C-Track beschikt over goed opgeleide monteurs die op locatie de montage van de systemen kunnen uitvoeren. Indien gewenst kan een opleiding voor een externe worden verzorgt.
	bedieningsgemak	geen bediening door chauffeur, alles automatisch op identificatie na
	maintenance services contracts	mogelijk
	installatie blackbox	meestal achter dashboard
interfaces	connectors	standaard 2 digitaal in, optioneel 6 digitaal in, 1 analoog, RS232 serieel
	Identificatie inspecteur	is mogelijk met key
	modem capacity	nee, gebruik van modem door bv PDA niet mogelijk
	automotive data	petrol level, door open etc.
	Koppeling andere hardware mogelijk	PDA of laptop met Tomtom of werkbautomatisering
location technology	Gps nauwkeurigheid	enkele meters
	polling frequency	elke seconde
	sensitivity and channels	8 kanaals
	cold start time	tussen 90 en 170 sec.
	warm start time, hot start time	hot tussen 14 en 45, warm tussen 38 en 45 sec

I.2 Fleetbase

	criterium	omschrijving
product features	Type	Fleetbase
	Fabricant	Fleetlogic, Vuren
	Leverancier	Fleetlogic, Vuren
	Garantiebepalingen	2 jaar op hardware
	Prijs	1200, inclusief id module, antenne en bekabeling. Installatie is 173 E
	Hardware of hardware/software combinatie	Losse modules van zowel hardware als software
	Certificering	EMC en CE goedgekeurd, automotive norm
communication	max # posities per minuut	maximum frequentie is om de 10 seconden
	Communicatie netwerk(en) en protocollen	GPRS/GSM
	failover	ja naar bijvoorbeeld SMS
	Communicatie beveiliging	nee
	updates vanuit kantoor	ja
	Passieve / actieve communicatie	aktief vanaf kantoor opvraagbaar, en met interval automatisch
	Data backup	ja, op optionele module
	Open data formaat	opslag in SQL database
	Standaard gegevens en extra gegevens	afhankelijk van modules en instellingen
installation & maintenance	Locatie bepaling (gps kenmerken)	Holux GR 212, is goed voor de prijs. WAAS enables, maar daar wordt in blackbox (nog) geen gebruik van gemaakt.
	Antennes	plaatsing achter dashboard of op dak
	Power supply battery options	backup batterij mogelijk
	battery life	opslag, zonder verzenden: enkele maanden
	installatie service	via een van de ca 10 installateurs of op locatie
	Bedieningsgemak	ok
	maintenance services contracts	dit is mogelijk, wordt per klant afgesproken
	installatie blackbox	gewoonlijk achter het dashboard

interfaces	Connectoren	er zijn 3 connecties met digitale input, bijvoorbeeld zwaailicht, mogelijk (PTO)
	Identificatie inspecteur	ja, met ID module. Keuze tussen contact button of op afstand.
	modem capacity	ja, een pda kan via het modem communiceren
	automotive data	3 CTO, en can bus aansluiting mogelijk
	Koppeling andere hardware mogelijk	ja, maar enigzins beperkt

location technology	Gps nauwkeurigheid	10-20 meter, dit wordt in de toekomst nog nauwkeuriger
	polling frequency	niet bekend
	sensitivity and channels	12 kanalen
	cold start time	45 seconden
	warm start time, hot start time	hot start 8 seconden. ingesteld kan worden dat ook bij stilstand de gps af en toe de locatie bepaald, zodat een cold start niet voorkomt.

I.3 WebTech Locator 4000

	criterium	omschrijving
product features	Type	blackbox heet Locator 4000, het systeem heet Quadrant
	Fabricant	WebTech
	Leverancier	WebTech Wireless, UK
	Garantiebepalingen	niet bekend
	Prijs	400 Euro, standaard versie. Extra connectoren e.d. zijn tegen meerprijs te leveren
	Hardware of hardware/software combinatie	hardware
	Certificering	FCC, CE, Motorola Magnet Certification
communication	max # posities per minuut	maximum frequenty is 6 keer per minuut
	Communicatie netwerk(en) en protocollen	GSM GPRS SMS
	failover	nee
	Communicatie beveiliging	versleuteling is mogelijk
	updates vanuit kantoor	ja, volledig ondersteund
	Passieve / actieve communicatie	actief
	Data backup	tot 1000 records
	Open data formaat	ja
	Standaard gegevens en extra gegevens	plaats, tijd, en event zijn standaard
installation & maintenance	Locatie bepaling (gps kenmerken)	active GPS inclusief antenne
	Antennes	actieve GPS antenne, externe dual-antenne optioneel
	Power supply battery options	optionele interne batterij 9-36VDC
	battery life	tot maximaal 14 dagen in een geparkeerde auto
	installatie service	-
	Bedieningsgemak	ok
	maintenance services contracts	installateurs door heel europa leveren een 24 uren service
	installatie blackbox	achter dashboard

interfaces	Connectoren	RS 232 standaard . Daarnaast nog optionele connectoren: digitaal in 6x, uit 7x, ADC, relay, voice en navigatie
	Identificatie inspecteur	nee, niet standaard mogelijk
	modem capacity	ja, optioneel
	automotive data	je, optioneel
	Koppeling andere hardware mogelijk	ja, laptop pda of data terminal worden genoemd. Eigen data terminal heet MDT20000e. Panic button, hands free kit (voice)
location technology	Gps nauwkeurigheid	WAAS, tot 5 meter nauwkeurig
	polling frequency	niet bekend
	sensitivity and channels	12 kanaals
	cold start time	niet bekend
	warm start time, hot start time	niet bekend

I.4 Momo

	criterium	omschrijving
product features	Type	MOMO (mobile messaging & Orientation)
	Fabricant	EAL, Electronic Application Laboratory te Apeldoorn
	Leverancier	EAL, Electronic Application Laboratory te Apeldoorn
	Garantiebepalingen	2 jaar garantie
	Prijs	1 x EAL MOMO (blackbox) v.v. GPRS modem en gecombineerde GPS / GPRS antenne: Prijs per stuk (excl BTW): Euro 772,50, prijs zoals die geldt voor het SHERPA project
	Hardware of hardware/software combinatie	hardware met bijbehorende server software (EAL Gateway, win NT). Voor software op de werkplek zijn meerdere keuzemogelijkheden, eventueel ook eigen applicaties. Hardware is geen losstaande component. server software is niet los te zien van hardware, vanwege het dataformaat waarin gecommuniceerd wordt.
	Certificering	volgens standaarden voor CE automotive producten. bijv temperatuur -20 tot + 55, schokbestendig
communication	max # posities per minuut	60 meldingen pm: interval in te stellen van 1 seconden tot 45 dagen afhankelijk van tijdsinterval of afgelegde afstand dan wel een combinatie van die twee in te stellen
	Communicatie netwerk(en) en protocollen	GPRS, Mobitex, Tetra (binnenkort) en GSM-Data
	failover	is niet nodig, omdat de GPRS dekking binnen Nederland voldoende is.
	Communicatie beveiliging	ja, via 3-DES. Overgezonden gegevens voldoen niet aan een standaard protocol maar zijn een EAL formaat. Dus aan de server-kant is de EAL Gateway nodig om deze te lezen en verwerken.
	updates vanuit kantoor	ja, via eerder genoemde server applicatie. zowel configuratie op afstand als diagnose en updates van firmware
	Passieve / actieve communicatie	blackbox verstuurt data automatisch, afhankelijk van de instellingen. Ook op verzoek van server kan positie e.d. opgevraagd worden.
	Data backup	ja, in standaard flash geheugen van MOMO
	Open data formaat	ja en nee. De interne database is in een eigen formaat, de applicatie kan deze via tcp/ip ontsluiten voor bijvoorbeeld GIS applicaties. Vanwege bedrijfszekerheid is gekozen voor eigen database. Het is mogelijk om de gegevens ook naar een 2e database weg te schrijven. Of om de gegevens via TCP/IP aan de EAL Gateway op te vragen.
	Standaard gegevens en extra gegevens	minimaal object, positie en timestamp, daarnaast snelheid, richting, persoon, status auto (contact aan, uit, motor aan, uit, stoppen, snelheidsoverschreiding etc) en status van chauffeur bij gebruik van de standaard terminal

installation & maintenance	Locatie bepaling (gps kenmerken)	interne GPS, Jupiter 12 met DR. zie http://www.navman.com/oem/products/gps_receivers/jupiter_12/#ts
	Antennes	combi antenne voor GPS/GPRS, extern op het dak van de auto. Actieve GPS antenne, signaal wordt voorversterkt. Andere antennes zijn ook mogelijk
	Power supply battery options	nee, indien noodzakelijk wel plaatsing 2e accu mogelijk. De blackbox beschikt over powermanagement
	battery life	nvt
	installatie service	installatie wordt verzorgd door een van de ca 8 erkende installateurs
	Bedieningsgemak	ok. zonder tussenkomst van inspecteur gegevens over positie en status auto, met tussenkomst ook andere gegevens mogelijk. Ook boodschappen via terminal mogelijk
	maintenance services contracts	voor grote afnemers is het mogelijk een service contract af te sluiten, dit verschilt per installateur.
	installatie blackbox	Diverse mogelijkheden: achter dashboard, onder stoel, achter stoel, in kofferbak
interfaces	Connectoren	Standaard: Aansluiting GPS, GPRS, 4 digitale ingangen, 2 analoge ingangen, 3 uitgangen. Optioneel: Enabling seriele poort (tbv koppeling met navigatiesysteem) (meerprijs Euro 150 per stuk) Optioneel: USB Host / client (meerprijs Euro 150 per stuk) Optioneel: CAN(meerprijs Euro 150 per stuk) Optioneel: Telefoon interface (HandsFree bellen via Navigatiesysteem met behulp van de MOMO) (meerprijs Euro 150 per stuk) De standaard functies maken het mogelijk het systeem te benutten als een blackbox. In de toekomst kan daarna eenvoudig met een softwareupdate (hardware is al op de MOMO aanwezig) een additionele functie worden benut (zie opties).
	Identificatie inspecteur	ja, met button of eventueel kaart lezer. kaart lezer is geen standaard oplossing
	modem capacity	modem kan bijvoorbeeld ook data verkeer van een pda afhandelen
	automotive data	via CAN bus. Dit is optioneel. Moet per automerk geconfigureerd worden
	Koppeling andere hardware mogelijk	ja, bijvoorbeeld pda, laptop etc. ook enkele standaard navigatie apparaten kunnen aangesloten worden.
location technology	Gps nauwkeurigheid	afhankelijk van bereik, maar gewoonlijk binnen de 15 meter. Meestal is de rijbaan te onderscheiden. Optioneel is het Dead Reckoning (DR) systeem. met DR kan GPS positie gecorrigeerd worden, en ook in geval van tijdelijke uitval een koersschatting gemaakt worden. Kwaliteitsindicatie positiebepaling kan meegestuurd worden met overige gegevens.
	polling frequency	60 maal pm
	sensitivity and channels	12 kanaals
	cold start time	Cold start: 120 seconds Hot 18 sec, Warm start: 48 seconds
	warm start time, hot start time	Hot 18 sec, Warm start: 48 seconds

I.5 Nexus

	criterium	omschrijving
product features	Type	Nexus
	Fabricant	ICS Industrial Control Systems, in eigen beheer ontwikkeld
	Leverancier	ICS Industrial Control Systems, Hardinxveld
	garantiebepalingen	1 jaar
	prijs	inclusief GPS, GPRS en ID module ca 1100/1200 E
	Hardware of hardware/software combi	Hardware blackbox met terminal. Kantoorsoftware is ook beschikbaar. Modulair systeem
	Waterdichtheid, temperatuur	blackbox -40 tot 85 C. Voldoet verder aan automotive specificaties. GSM werkzaam tussen -20 en + 55
communication	max # posities per minuut	een keer per minuut kunnen gegevens overgezonden worden. vaker is misschien technisch wel mogelijk, maar lijkt niet zinvol
	Communicatie netwerk(en) en protocollen	geïntegreerd GSM/SMS of GSM/GPRS modem, Siemens.
	failover	nee. Want als er geen GPRS verbinding is, dan is er ook geen GSM verbinding. aanbieders die ICS veel gebruikt zijn KPN en Vodafone
	Communicatie beveiliging (versleuteling)	KPN en Vodafone hebben beveiligde servers waardoor de GPRS verbinding al beveiligd is. Berichten over en weer moeten aan een bepaald protocol voldoen. De server verstuurt een bevestiging van ontvangst voordat de data op de blackbox weggegooid wordt.
	updates vanuit kantoor	Instellingen kunnen vanuit backoffice gewijzigd worden
	Passieve / actieve communicatie	gegevens kunnen vanaf kantoor actief opgevraagd worden, maar de blackbox kan ook ingesteld worden zelf de gegevens te versturen.
	Data backup	op de blackbox kunnen tot 2000 ritten opgeslagen worden. roll-over geheugen: oudste data wordt overschreven. Maar voordat deze overschrijving plaatsvindt, probeert de Nexus de data naar kantoor te versturen
	Open data formaat	open database (PostgreSQL, OS database), eenvoudige gegevensuitwisseling
	Standaard gegevens	plaats, tijd. extra bijvoorbeeld zwaailicht status of gegevens uit de CANbus.

installation & maintenance	Locatie bepaling (gps kenmerken)	de gps is in eigen beheer ontwikkeld
	geïntegreerde/losse antennes	de combi-antenne kan overal geplaatst worden: dak, achter het raam etc.
	Power supply battery options	de backup batterij bestaat uit een 12 V accu om de data vast te houden, niet om de blackbox werkend te houden. Daarnaast beschikt de box over powermanagement, schakelt bijvoorbeeld in slaapstand.
	battery life	nvt
	installatie service	door ICS zelf
	bedieningsgemak	ok.
	maintenance services contracts	Er is een mobiel service team dat binnen 48 uur een reparatie uit kan voeren of een vervangend kastje plaatst.
	installatie blackbox	kan op de plaats van de autoradio ingebouwd worden, of achter het dashboard.
interfaces	connectors	8 digitaal in; 8 digitaal uit; 3 analoog in; 3 timer/counter; 3 seriële poorten RS232/RS485; UTP
	Identificatie inspecteur	ja, met sleutelhanger voor bestuurder en rijder
	modem capacity	ja, een pda bijvoorbeeld is aan te sluiten.
	automotive data	bij vrachtauto's uit CAN bus. CAN bus is op vrachtauto's wel gestandaardiseerd, maar in personenauto's niet dus dat moet per type afgesteld worden of met sensoren.
	Koppeling andere hardware mogelijk	Terminal, ID-unit en blackbox combi, koppeling met bijvoorbeeld extra sensoren mogelijk. Een PDA kan ook aangesloten worden, maar niet iedere PDA zal zomaar werken in combinatie met de Nexus.
location technology	Gps nauwkeurigheid	ongeveer 10 meter, is misschien nog te verbeteren
	polling frequency	meerdere malen per seconde
	sensitivity and channels	12 kanaals
	cold start time	niet bekend
	warm start time, hot start time	niet bekend

I.6 Starfinder

	criterium	omschrijving
product features	Type	starfinder
	Fabricant	laipac, canada
	Leverancier	laipac, spanje
	Garantiebepalingen	-
	Prijs	340 Euro voor een device, 650 voor een testkit.
	Hardware of hardware/software combinatie	starfinder AVL software beschikbaar
	Certificering	min 35 - 80C, FCC en CE goedgekeurd
communication	max # posities per minuut	maximum frequentie is eenmaal per seconde
	Communicatie netwerk(en) en protocollen	GSM, GPRS, CDMA, radio, sateliet
	failover	nee
	Communicatie beveiliging	ja
	updates vanuit kantoor	ja
	Passieve / actieve communicatie	zowel op tijdsinterval of event kan een locatie doorgezonden worden.
	Data backup	data logger voor tijd en plaats en ook events, 256 of 512 KB ruimte
	Open data formaat	data ook beschikbaar voor andere applicaties
	Standaard gegevens en extra gegevens	tijd, snelheid, positie, eventueel event
installation & maintenance	Locatie bepaling (gps kenmerken)	Laipac GPS receiver, 2 typen: TF30 en UV-40
	Antennes	externe dual-antenne is optioneel
	Power supply battery options	interne batterij voor 6 uur, externe batterij mogelijk
	battery life	6 uur is standaard
	installatie service	installateur in Nederland
	Bedieningsgemak	ok
	maintenance services contracts	nee
	installatie blackbox	gewoonlijk achter dashboard

interfaces	Connectoren	serieel rs 232, RJ11 digitaal en analoog in (2x3?), relay output, high voltage protected input
	Identificatie inspecteur	officieel niet mogelijk
	modem capacity	ja, pda kan communiceren via modem
	automotive data	nee, niet via CAN bus
	Koppeling andere hardware mogelijk	auto navigatie systeem, keyfob Panic Transmitter, microfoon en speaker, geofencing

location technology	Gps nauwkeurigheid	3 meter, met gebruik van WAAS/EGNOS
	polling frequency	-
	sensitivity and channels	12 kanaals
	cold start time	48 cold start
	warm start time, hot start time	38 en 8

I.7 Waveon 708

	criterium	omschrijving
product features	Type	waveon708
	Fabricant	Infowave, Singapore
	Leverancier	e-tech connect, Valburg
	Garantiebepalingen	standaard 1 jaar, uit te breiden tot 2 of 3 jaar
	Prijs	490E
	Hardware of hardware/software combinatie	hardware, met een SDK
	Certificering	EMC, CE, FCC part 15. Diverse certificaten beschikbaar
communication	max # posities per minuut	eenmaal per 10 seconden is technisch mogelijk
	Communicatie netwerk(en) en protocollen	GSM GPRS voice en data, dual band
	failover	als GPRS niet werkt schakelt 'ie automatisch over op SMS
	Communicatie beveiliging	eigen standaard
	updates vanuit kantoor	OTA is mogelijk, afhankelijk van applicatie aan de kantoor kant
	Passieve / actieve communicatie	beiden
	Data backup	512KB, 2 MB backup optioneel
	Open data formaat	Data wordt in ASCII formaat doorgestuurd. Opslag aan kantoor kant is afhankelijk van de gebruikte software
	Standaard gegevens en extra gegevens	configurabel, met SDK
installation & maintenance	Locatie bepaling (gps kenmerken)	-
	Antennes	verschillende antennes mogelijk
	Power supply battery options	Interne power backup batterij
	battery life	enkele uren
	installatie service	Er zijn 63 werkstations gecertificeerd voor inbouw
	Bedieningsgemak	okay
	maintenance services contracts	binnen 24 uur worden storingen verholpen
	installatie blackbox	achter dashboard

interfaces	Connectoren	2x RS232, 4x digitaal in en uit, microfoon/speaker, buzzer en LED indicators. 2x analoog in.
	Identificatie inspecteur	ja, met een Dallas key
	modem capacity	modem capacity and support for pda, board computer etc.
	automotive data	geen automatische koppeling met CAN data
	Koppeling andere hardware mogelijk	ja, bijvoorbeeld PDA of laptop

location technology	Gps nauwkeurigheid	10-20 meter
	polling frequency	16 pollings per minuut
	sensitivity and channels	12 kanaals
	cold start time	45 sec
	warm start time, hot start time	38 sec, en hot 8 sec.

I.8 Samenvatting

		assist	fleetbase	locator	momo	nexus	starfinder	waveon
<i>box</i>	standalone HW or bundle	bundel	bundel	bundel	bundel	bundel	bundel	standalone, SDK
	allows separation HW SW	ja	ja	ja	nee	ja	ja	ja
	backup battery	ja	optioneel	optioneel	optioneel	ja	ja	ja
	service contracts	ja	ja	through installer	ja	ja	through installer	ja
<i>modem</i>	max frequency modem	3 sec	10 sec	10 sec	1 sec	60 sec	1 sec	10 sec
	communication channel	gprs	gprs	gprs	gprs	gprs	gprs	gprs
	passive/active	beiden	beiden	beiden	beiden	beiden	beiden	beiden
	data backup	ja	optioneel	ja	ja	ja	ja	ja
	event specific control	ja	?	?	ja	?	ja	ja
	modem for tablet etc	nee	ja	optioneel	ja	ja	ja	ja

		assist	fleetbase	locator	momo	nexus	starfinder	waveon
<i>connectors</i>	driver identification	ja	ja, ook op afstand	through serial	ja	ja	through serial	ja
	dashboard terminal	optioneel	optioneel	optioneel	optioneel	optioneel	optioneel	optioneel
	connector for pda	ja	ja , beperkt	ja	ja	ja	ja	ja
	support external sensors	2, 6opt	3	optioneel 6	4	8	3	4
	digital out	nee	nee	optioneel 7	3	8	3	4
	usb, serial	optioneel	serieel?	serieel	opt usb serieel	3 serieel	serieel	2 serieel
<i>gps</i>	accuracy GPS	enkele meters	10-20 m	<u>waas</u>	15m, plus DR	10 m	<u>waas</u>	10-20 m
	polling frequency	1 /sec	onbekend	niet bekend	1 /sec	2 /sec	onbekend	0.3 /sec
<i>Other</i>	Dutch distributor	ja	ja	nee (UK for EU)	ja	ja	nee (Spain for EU)	ja
	Box producer	Europe	Dutch	Canada	Dutch	Dutch	Canada	Singapore
	Distributor name	Ctrack Benelux BV	FleetLogic BV	Webtech Wireless Ltd	EAL BV	ICS BV (Pon group)	LAIPAC Spain	e-tech connect
	Producer company	Digicore Europe BV	FleetLogic BV	Webtech Wireless Ltd	EAL BV	ICS BV (Pon group)	LAIPAC Canada	Infowave Singapore
	Company type/size	medium size, europees moederbedrijf	medium size, Dutch	medium size, global	medium, Dutch	medium, Dutch	small, global	small, Dutch

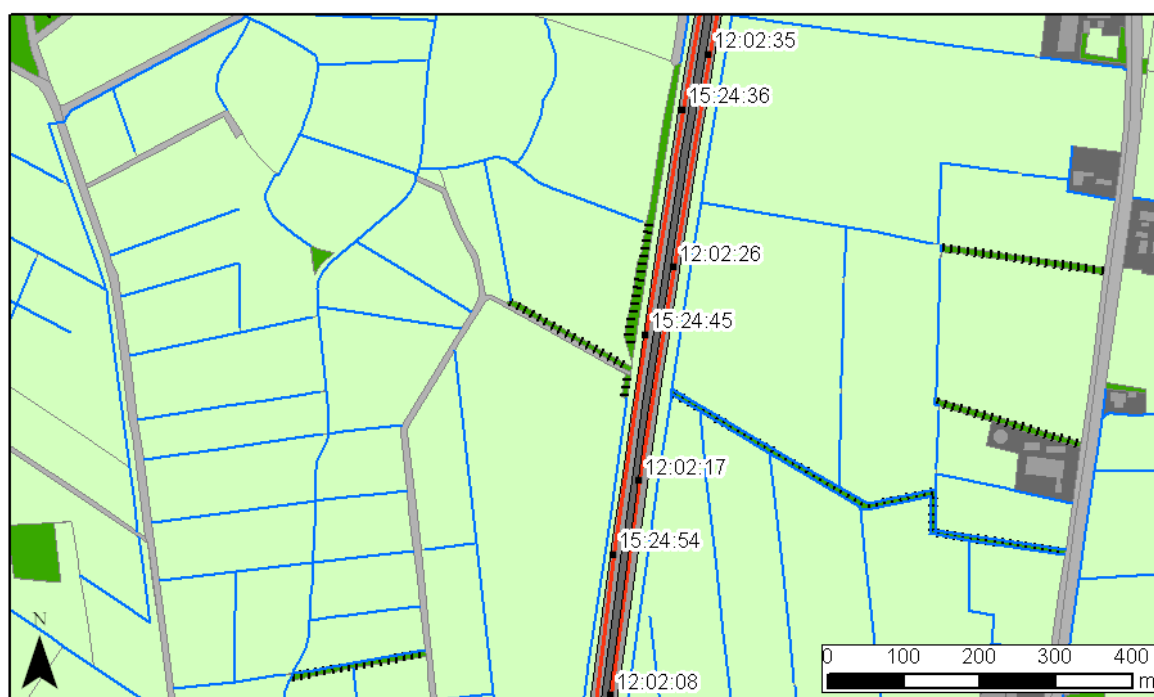
		assist	fleetbase	locator	momo	nexus	starfinder	waveon
<i>prijs</i>	richtprijs	850	1200	400	780	1100	340	490
	opmerking		incl id-mod	exc options	prijs voor raamcontract met Politie			
<i>referenties</i>	Selected references	BAM Infra	ENECO	City San Francisco Politie			NASA	Taxi's en vuilnisauto's Singapore
		NUON Feenstra	Connexxion					Pilkington logistics Scan- dinavie

Appendix II. Kaarten praktijktest

In deze appendix staan voor de drie GPS modems die aan de praktijktest hebben deelgenomen kaarten met locaties uit de database. Voor alledrie de modellen is een resultaat op een recht stuk weg , op een bocht en/ of knooppunt en de bandbreedte geïllustreerd.

II.1 Momo

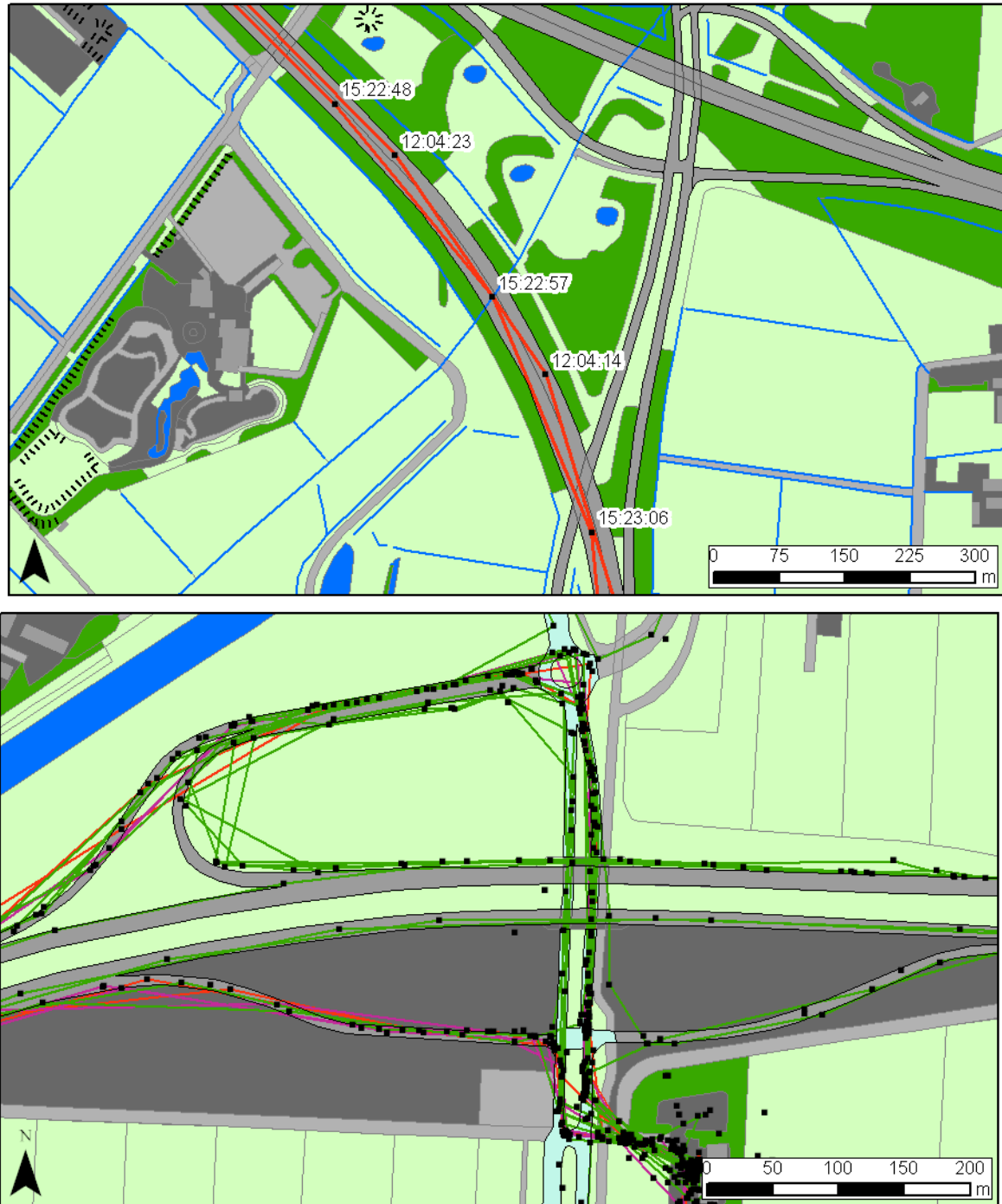
Voor de Momo zijn drie kaarten weergegeven waarop de omzetting van lokatiepunten naar een routelijn zichtbaar is. Deze lijnen zijn berekend in een GIS, en geven een indicatie van de gereden route. Op de kaarten worden deze weergegeven in een verschillende kleur voor elke rit. De eerste kaart geeft deze omzetting weer op een recht stuk weg. Bij de overzendfrequentie van de Mome, één positie elke 9 seconden, is op een rechte weg een rechte lijn te zien als berekende gereden route. Bij een bocht, zoals op de tweede kaart, is al een wat hoekig effect te zien.



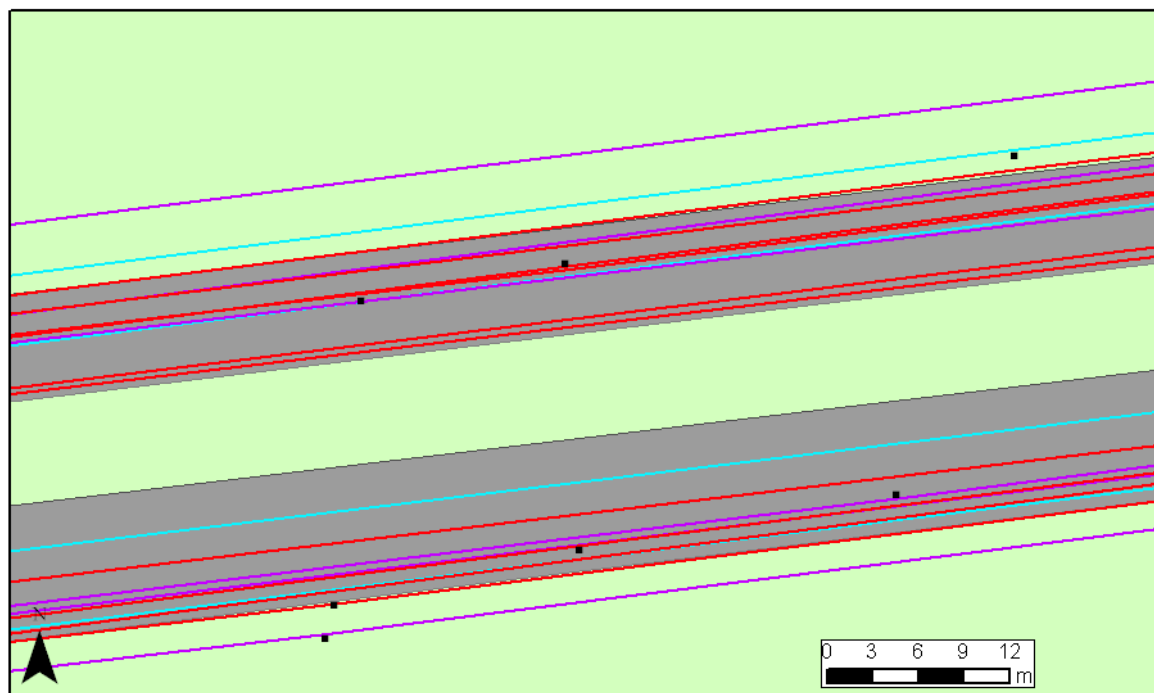
Figuur II.1 Momo op recht stuk weg.

Op de derde kaart is het resultaat van het berekenen van de gereden route te zien op een toe- en afrit, met een scherpe bocht. Technisch is het mogelijk om de route te laten overeenkomen met de ligging van de weg, door deze naar de weg te laten verschuiven. Navigatiesoftware maakt daar bijvoorbeeld vaak gebruik van. Dit geeft grafisch een mooier beeld, maar kent ook nadelen. Er wordt namelijk een nauwkeurigheid gesuggereerd die er niet is. Ook kan het voertuig op een verkeerde weg geplaatst worden als meerder wegen dicht bij elkaar liggen.

De vierde en laatste kaart zoomt in op een gereden traject. Nu wordt zichtbaar dat niet alle gereden trajecten precies op de weg van de topografische kaart liggen. Dit wordt veroorzaakt door een onnauwkeurigheid van de positiebepaling: ongunstige atmosferische omstandigheden bijvoorbeeld, of een ongunstige stand van de satellieten.

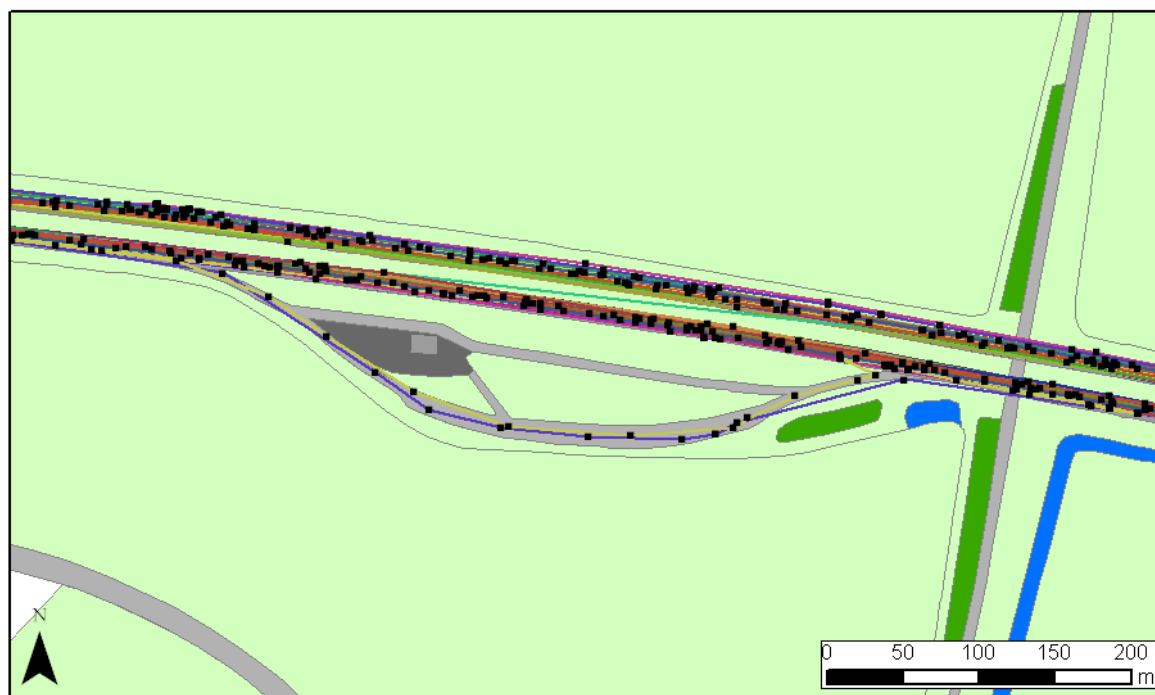


Figuur II.2 Momo in bocht en figuur II.3 Momo op op- en afrit.

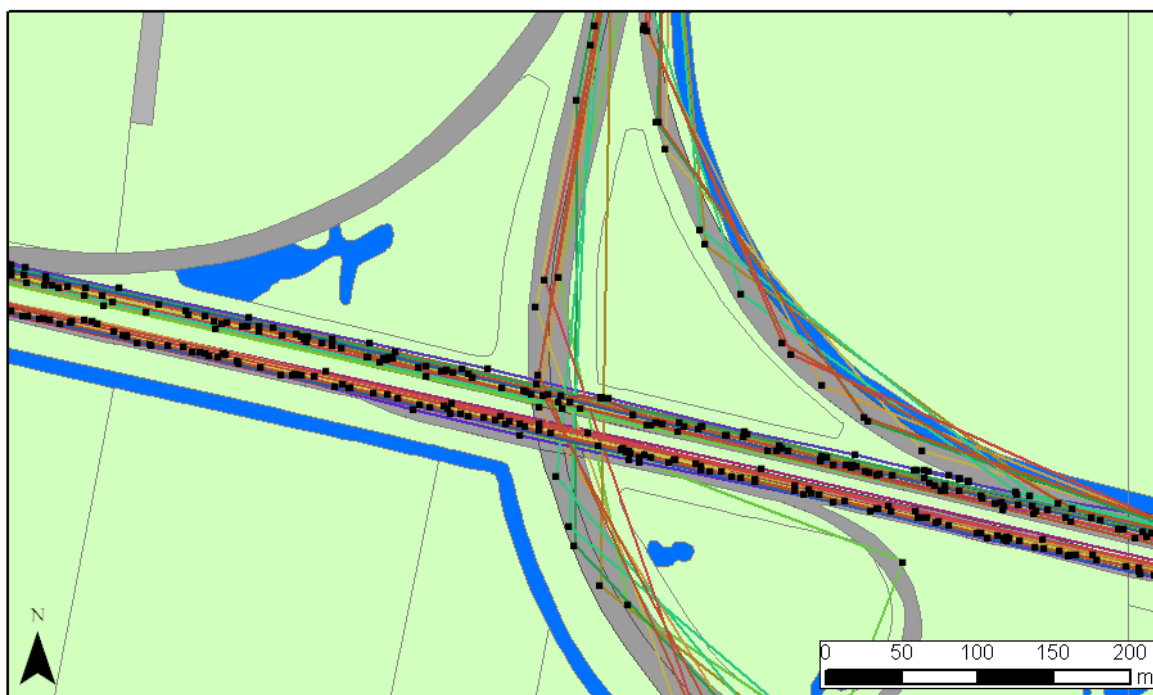
Figuur II.4 Bandbreedte Momo.

II.2 Waveon

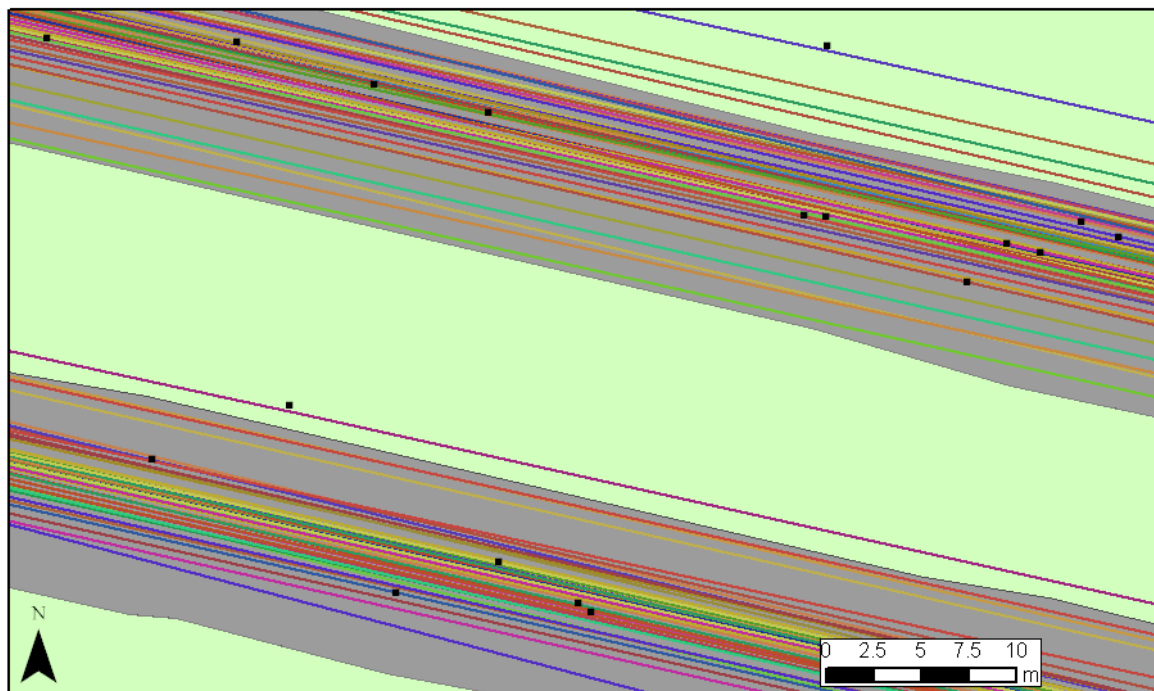
Voor de Waveon zijn vergelijkbare kaarten opgenomen als voor de Momo: een kaart van een recht stuk weg, een bocht en ingezoomd op de bandbreedte van de waarnemingen. In

*Figuur II.5 Waveon op recht stukweg.*

de bochten is eenzelfde hakkeligheid te zien als bij de Momo.



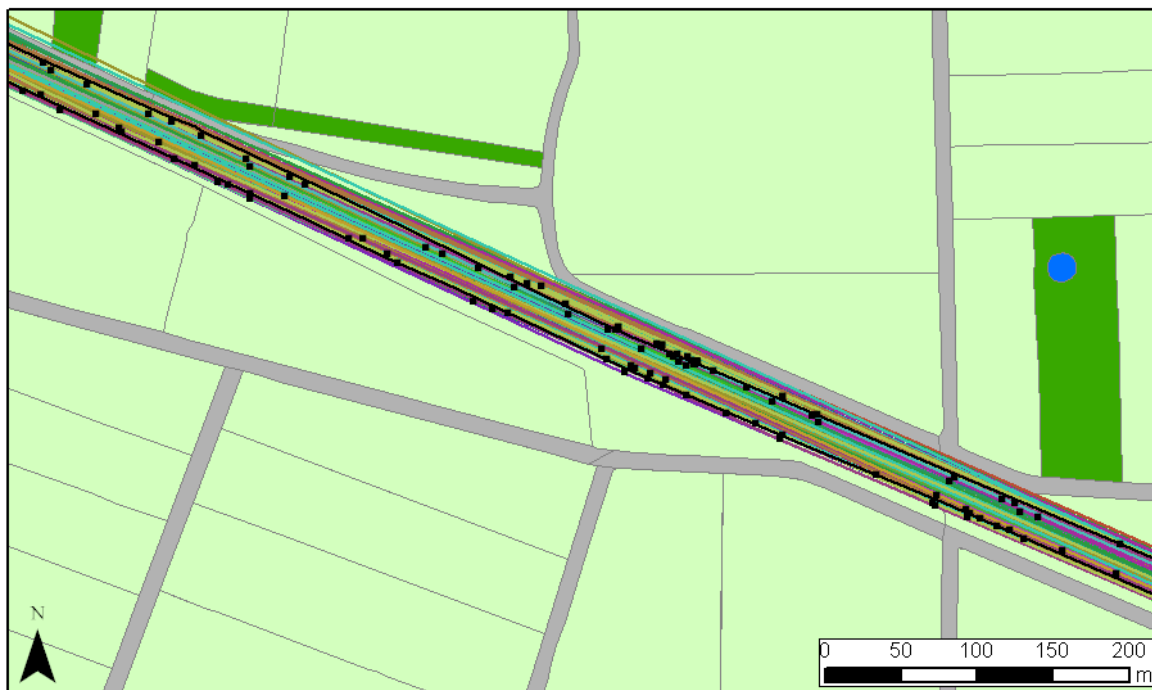
Figuur II.6 Waveon in bocht.



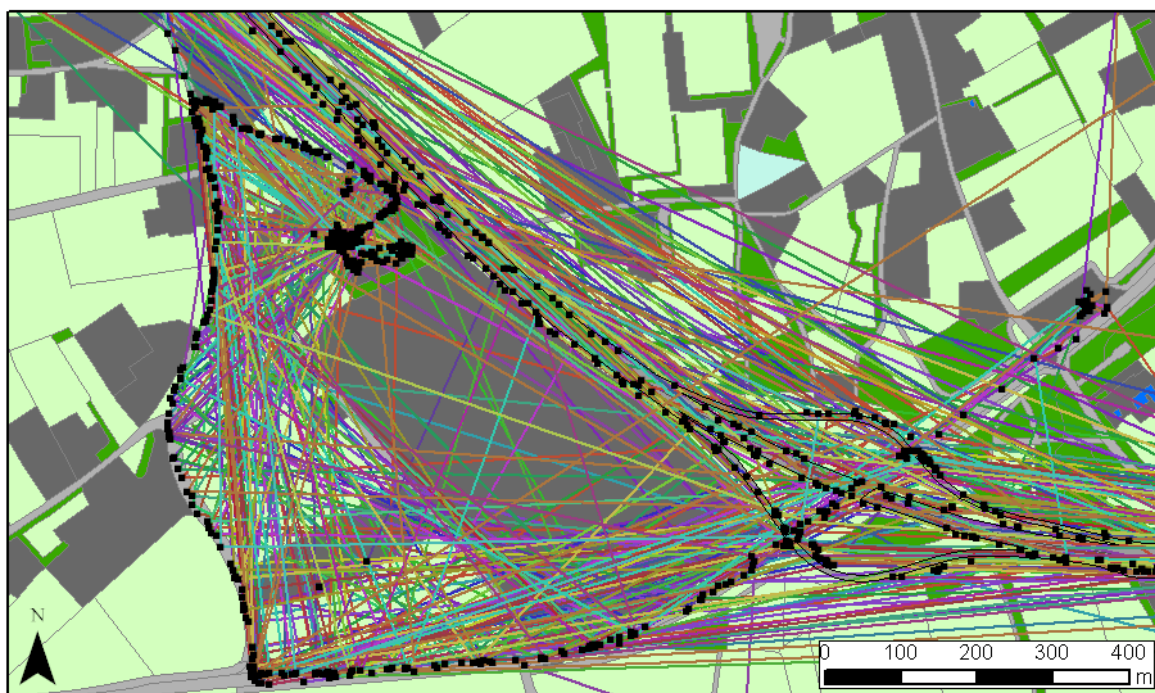
Figuur II.7 Bandbreedte Waveon.

II.3 WebTech

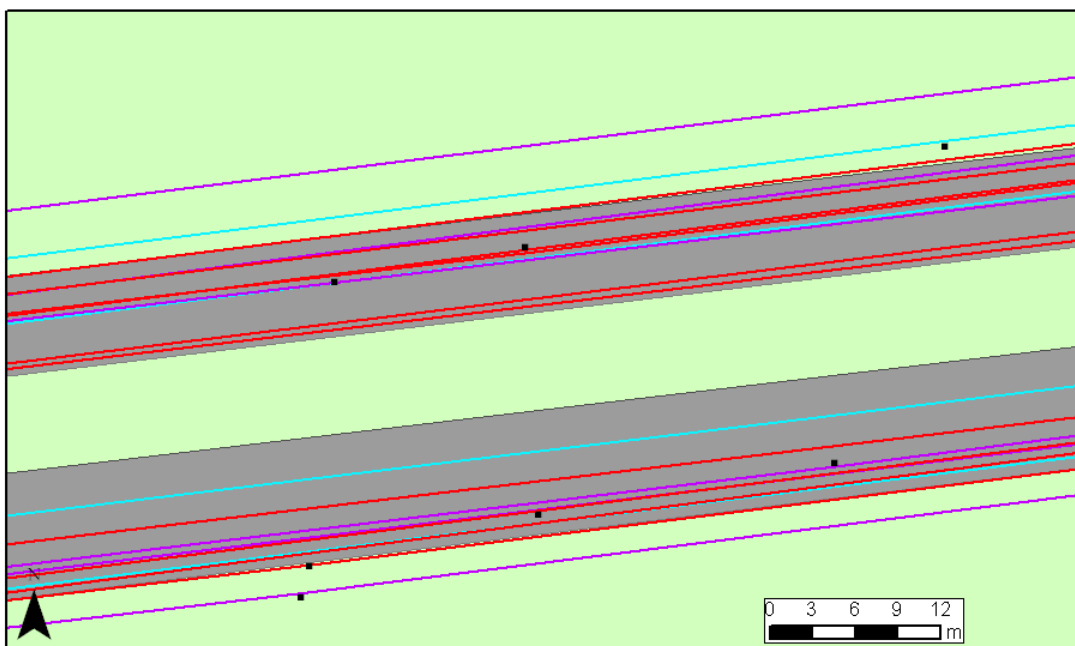
De WebTech heeft tijdens de testfase een lagere verzendfrequentie gehad dan de Momo en de Waveon. Dat is in de kaarten duidelijk terug te zien. Op rechte wegvakken is het verschil niet merkbaar, maar bij bochten zeer extreem. Bij een grote hoeveelheid gereden ritten krijgt een afrit zo het uiterlijk van een raderpatroon. Deze lage frequentie geeft dus een onduidelijk kaartbeeld.



Figuur II.8 WebTech op recht stuk weg.



Figuur II.9 WebTech op op- en afrit.



Figuur II.10 Bandbreedte WebTech.

Appendix III. Verklaring van gebruikte afkortingen

CAN	Controller Area Network
DBMS	Database management system
DOP	Dilution Of Precision
DR	Dead reckoning
EGNOS	European Geostationary Navigation Overlay Service
GIS	Geografisch Informatie Systeem
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global positioning system
GSM	Global System for Mobile communication
LBS	Location based services
ODBC	Open Database Connectivity
OTA	Over the air
PDA	Personal Digital Assistant
SDK	Software development kit
SMS	Short message service
SQL	Structured Query language
TTF	Time to first fix
WAAS	Wide Area Augmentation System

Appendix IV. Geraadpleegde bronnen

IV.1 Rapporten

- Beinat, E., Wagtendonk, A.J. & Steenbruggen, J.G.M. (2005). *Locatiegebonden informatiediensten voor buitendienstmedewerkers Rijkswaterstaat, Een onderzoek naar de toegevoegde waarde en economische voordelen van Location Based Services*. IVM rapport E-05/02. Spatial Information Laboratory, Instituut voor Milieuvraagstukken, Vrije Universiteit Amsterdam.
- Mitchell, T. (2005). *WebMapping Illustrat. Using Open Source GIS Toolbox*. Sebastopol: O'Reilly Media.
- Rijkswaterstaat (2005). *Onderzoek naar de mogelijkheid van het gebruik van boordcomputer., onvoltooid rapport*. Rijkswaterstaat, Delft.
- Wagtendonk, A. , Beinat, E., Togt, R. van der & Steenbruggen, J. G. M. (2006). *Locatiegebonden informatiediensten voor buitendienstmedewerkers Rijkswaterstaat. Een organisatiebreed perspectief voor de droge sector*. IVM rapport E-05/05 Spatial Information Laboratory, Instituut voor Milieuvraagstukken, Vrije Universiteit Amsterdam.

IV.2 Websites

www.trimble.com/gps/errorsources.htm
www.digicore.com
www.c-track.nl
www.fleetlogic.nl
www.laipac.com
www.eal.nl
www.ics.nl
www.infowavemobile.com
www.et-connect.com
www.webtechwireless.com
mapserver.gis.umn.edu